Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00
F +31 88 866 30 10
infodesk@tno.nl

TNO-rapport

TNO 2013 R10259 | Eindrapport

Trillingsmetingen 3 woningen HSL-zuid traject Amsterdam - Rotterdam

Datum	20 februari 2013
Auteur(s)	J.H. Paulissen
Exemplaarnummer	-
Oplage	-
Aantal pagina's	67 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	ProRail
Projectnaam	ProRail-HSL-2012-trillingsmeting
Projectnummer	054.02657
Postdossier	TNO-060-DTM-2013-00499

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2013 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding ... 3
1.1 Doelstelling ... 3

2 Uitgangspunten ... 4
2.1 Toetsingskader ... 4
2.2 Onderzoeksmethodiek ... 6
2.3 Selectie van woningen ... 7

3 Meetopstellingen ... 11
3.1 Algemeen ... 11
3.2 Versnellingsopnemers ... 11
3.3 Data-acquisitie ... 12
3.4 Snelheidsmetingen ... 13
3.5 Meetperioden ... 13

4 Meetresultaten ... 14
4.1 Procedure uitwerking gemeten trillingsniveaus ... 14
4.2 Uitwerking trillingsniveaus Nieuwe – Wetering ... 14
4.3 Uitwerking trillingsniveaus Hoogmade ... 22
4.4 Uitwerking trillingsniveaus Berkel en Rodenrijs ... 30

5 Beoordeling ... 39
5.1 Nieuwe - Wetering ... 39
5.2 Hoogmade ... 39
5.3 Berkel en Rodenrijs ... 40

6 Conclusies ... 41

7 Referenties ... 43

8 Ondertekening ... 44

Bijlage(n)
A Meetboeken
B Grootste waarde trillingssnelheid per passage

1 Inleiding

Kort na de invoering van dienstregelingen op de HSL-zuid zijn er klachten ontstaan over lawaai en trillingen langs het spoor. Medio 2010 zijn door TNO de geluid- en trillingsniveaus ten gevolge hoge snelheidstrein passages langs het HSL spoor in de regio Breda gemeten en beoordeeld [1].

In 2012 hebben het ministerie van Verkeer en Waterstaat en Prorail TNO opdracht gegeven om op soortgelijke wijze de trillingsniveaus in een drietal woningen langs het HSL-zuid tracé Amsterdam – Rotterdam te meten en beoordelen.

De metingen zijn uitgevoerd in de periode september – november 2012. In deze periode kon voor de hoge snelheidstrein passages gebruik gemaakt worden van testritten met het nieuwe treintype V250 en de standaard Thalys dienstregeling tussen Amsterdam – Parijs.

Het onderhavige rapport bevat de omschrijving van de uitgevoerde metingen en de resultaten van de beoordeling van de gemeten trillingsniveaus.

1.1 Doelstelling

De trillingsmetingen hebben tot doel het beoordelen van de trillingsniveaus in woningen in relatie tot de mogelijke hinder voor personen door passages van Thalys en V250 treinen op het HSL spoor.

Analyse en beoordeling zijn uitgevoerd conform de trillingsparagraaf van het Tracébesluit, conform de daarop gebaseerde uitwerking in het Programma van Eisen van de aanleg en laatstens conform SBR richtlijn B [1].

2 Uitgangspunten

De uitgangspunten die gelden voor het in kaart brengen van trillinghinder worden in dit hoofdstuk toegelicht. Er wordt ingegaan op het toetsingskader, op basis waarvan de mate van trillinghinder vastgesteld kan worden.

2.1 Toetsingskader

Voor trillingen waren ten tijde van het opstellen van het Tracébesluit en de aanleg van de HSL geen wettelijke normen vastgesteld. Sinds april 2012 is het 'Besluit tot vaststelling van beleidsregels ten aanzien van trillinghinder ten behoeve van de vaststelling van tracébesluiten voor de aanleg, wijziging of het opnieuw in gebruik nemen van een landelijke spoorweg (Beleidsregel trillinghinder spoor)' uit de Staatscourant van kracht [3]. Deze beleidsregel is op dit project nog niet van toepassing.

In deze rapportage is bij het vaststellen van mogelijke trillinghinder uitgegaan van de streefwaarden zoals deze zijn opgenomen in de Richtlijn B Hinder voor personen in gebouwen van de Stichting Bouwresearch (SBR richtlijn deel B, augustus 2002).

Verder zijn relevant:
- Het Tracébesluit (TB). Deze stelt over mogelijke trillinghinder: dat "de baan zo wordt vormgegeven dat het trillingsniveau op maaiveld op een afstand van meer dan 50 meter vanuit de spoorbaan beneden de waarnemingsgrens blijft"
- Het Programma van Eisen (PvE) voor de aanleg van de HSL. Deze bevat een aparte richtlijn voor trillingen in de omgeving, richtlijn 607B [4] welke beoogt het TB instrumenteel te maken voor de bouwers van de lijn. Voor trillingen in bestaande en toekomstige woningen *tot* een afstand van 50 van het spoor mag volgens het PvE worden uitgegaan van dezelfde streefwaarden welke de SBR-richtlijn B stelt aan (nieuw) treinverkeer tussen 07:00 en 23:00. Ten behoeve van bestaande en toekomstige woningen *vanaf* 50 meter van het spoor stelt het PvE een kwantitatieve eis aan het trillingsniveau van het maaiveld.

Dit onderzoek beoogt het trillingsniveau in woningen rond de HSL te beoordelen, in de zone *vanaf* 50 meter. Hiervoor is de SBR richtlijn deel B gehanteerd. Aanvullend hierop is het trillingsniveau op maaiveld *op* een afstand van 50m van het spoor vastgesteld en beoordeeld aan de hand van de waarnemingseis uit het TB.

2.1.1 SBR richtlijn deel B: hinder voor personen in gebouwen

De toetsing van de trillingsniveaus aan de SBR-richtlijn deel B betreft de zogenoemde V_{max} en V_{per}. De V_{max} betreft de maximale trillingssterkte die voorkomt. Deze wordt apart getoetst voor de dag/avondperiode en de nachtperiode. De V_{per} betreft de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode. Omdat de dienstregeling ten tijde van de meting nog niet representatief is voor het scenario waarbij meer V250's op hoge snelheid gaan rijden kan op basis van de uitgevoerde metingen geen representatieve beoordeling van de gemiddelde trillingssterkte uitgevoerd worden. Echter, beoordeling van de gemiddelde trillingssterkte is niet altijd noodzakelijk. Bij de beoordeling is voor de verschillende locaties aangegeven

of dit het geval is. Voor de exacte definitie en bepalingsmethode van deze toets waarden wordt verwezen naar de SBR-richtlijn.

De streefwaarden zijn er op gericht om hinder door trillingen te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. Overschrijding van deze streefwaarden dient dan ook zoveel mogelijk te worden vermeden. De situatie waaronder de te beoordelen trillingssterkte optreedt, is bij de afweging van de toe te laten trillingssterkte van belang. De SBR-richtlijn maakt daarbij onderscheid tussen een bestaande situatie, een nieuwe situatie en een gewijzigde situatie.

Voor het betreffende gebied betreft het HSL spoor een nieuwe situatie. Hiervoor gelden de streefwaarden gegeven in Tabel 1.

Tabel 1 SBR-streefwaarden voor de dag/avond-periode en nachtperiode voor een nieuwe situatie.

situatie	dag en avond (07:00 – 23:00)			nacht (23:00 – 07:00)		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Nieuwe situatie	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden als:

- de waarde van de maximale trillingssterkte in de ruimte (V_{max}) kleiner is dan A1, of als
- de waarde van de maximale trillingssterkte van een ruimte (V_{max}) kleiner is dan A2 waarbij de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode voor deze ruimte (V_{per}) kleiner is dan A3.

De eerste regel met A1 betreft de zogenoemde onderste streefwaarde. Als hieraan wordt voldaan dan is een nadere toetsing niet meer nodig. Dat wil dus niet zeggen dat als aan de eerste regel niet wordt voldaan de situatie niet voldoet. Het wil alleen zeggen dat aan de tweede regel moet worden getoetst. Als aan de tweede regel wordt voldaan dan voldoet de situatie ook aan de SBR-streefwaarden. In dit onderzoek wordt feitelijk alleen aan de tweede regel getoetst. Zoals eerder gezegd is het nog niet mogelijk een representatieve beoordeling van de gemiddelde trillingssterkte uit te voeren. Echter, als aan de strengste streefwaarde A1 wordt voldaan dan hoeft de gemiddelde trillingssterkte niet meer getoetst te worden. Veder wordt nog opgemerkt dat de waarde V_{per} in bijna alle spoorprojecten voldoet aan A3. Alleen op veelsporige trajecten, met zeer veel passages per uur, kan het tijdgemiddelde niveau maatgevend worden. Kort samengevat betekent dit dat voldaan wordt aan de streefwaarden indien V_{max} voldoet aan A2.

Afhankelijk van de omstandigheden dient een afweging te worden gemaakt of de te beoordelen trillingssterkte al dan niet acceptabel is. Voor deze beoordeling wordt in de SBR-richtlijn verwezen naar Bijlage 5 van de SBR-richtlijn. Daarin is aangegeven dat bij overschrijding van de streefwaarden aanvullend gebruik kan worden gemaakt van de kwalificatie van hinder zoals is aangegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Hinderclassificatie (uit SBR-richtlijn B, Bijlage 5)

V_{max}	Hinderkwalificatie
<0,1	geen hinder
0,1-0,2	weinig hinder (bestaande situaties)
0,2-0,8	matige hinder
0,8-3,2	hinder
>3,2	ernstige hinder

Het accepteren van (matige) hinder door overschrijding van de streefwaarden kan onder meer afhankelijk zijn van de mate waarin trillingssterkte voorkomt, de aanwezigheid van andere trillingsbronnen (de achtergrondtrillingen), de mogelijkheid tot het treffen van trillingsreducerende maatregelen en de historie. In geval van mogelijke hinder dienen de betrokken partijen te overleggen. Ernstige hinder is niet toelaatbaar.

2.1.2 PvE van HSL: maaiveldeis buiten de 50 m zone

Volgens het PvE voor de aanleg van de HSL mag in een (bestaand of potentieel) bebouwd gebied op 50 meter van het spoor of verder het trillingsniveau (bepaald volgens de meetmethode uit de SBR-B) op maaiveld niet hoger zijn dan 0,1.

2.2 Onderzoeksmethodiek

Om tot een vaststelling van de trillingsniveaus te komen is een parameter benodigd, namelijk V_{max}. Hiervoor is de volgende onderzoeksmethodiek toegepast.

In overleg met Prorail zijn voor het onderzoek drietal woningen langs het HSL tracé Amsterdam – Rotterdam geselecteerd, zie 2.3. Bij elk van deze woningen zijn gedurende 1 (lange) meetdag de trillingsniveaus en passagesnelheden van de passerende treinen gemeten. Hierbij is per passage de tijd, het treintype (Fyra, Thalys of V250) en de richting (Rotterdam of Amsterdam) vastgelegd.

Omdat het in dit onderzoek gaat om de beoordeling van mogelijke trillinghinder ten gevolge van hogesnelheidstreinen is de passage snelheid van de treinen een belangrijk aandachtspunt. Door de passagesnelheden te meten en op te nemen in deze rapportage is inzichtelijk gemaakt welke passagesnelheden ten grondslag liggen aan de beoordeelde trillingsniveaus.

Op basis van de dienstregeling ten tijde van de metingen (V250 testriten en commerciële Thalys ritten) is voor het aantal te meten hogesnelheidspassages een realistisch haalbaar criterium van minimaal zes V250 en minimaal tien Thalys passages met een snelheid boven de 200 km/uur aangehouden. De langzamere Fyra en commerciële (langzame) V250 passages zijn ook vastgelegd maar niet meegenomen in de verdere uitwerking en beoordeling van de trillingsniveaus.

Ten behoeve van de beoordeling (zie 2.1.1 en 2.1.2) werd zowel binnen woningen als buiten op maaiveld gemeten. Binnen de woningen zijn de trillingsniveaus op de fundering en op twee vloeren bepaald. Voor de maaiveld meting is ter hoogte van elk van de woningen op 50 m afstand uit het spoor gemeten.

2.3 Selectie van woningen

In overleg met Prorail zijn voor het onderzoek drietal woningen langs het HSL tracé Amsterdam – Rotterdam geselecteerd, zie Figuur 1 en Tabel 3.

Figuur 1 Onderzoeksgebied met geselecteerde woningen (bron Google Maps)

Tabel 3 Gekozen meetlocaties (van Noord naar Zuid).

Locatie	Adres	
1	Voorweg 30	Nieuwe Wetering
2	Graaf Willem II Laan 79	Hoogmade
3	Diamant 25	Berkel en Rodenrijs

Voorweg 30, Nieuwe Wetering:
Dit adres betreft een vrijstaande woning op circa 125m, ten westen, van het spoor. In het gebied tussen de woning liggen de achtertuinen van deze en naastgelegen woning. Verder ligt naast het spoor nog een parallelweg en een geluidsscherm van circa 7m hoog. Ter plaatse van de woning is de HSL gebundeld met de Rijksweg A4 waarbij de weg ten oosten van het spoor ligt.

Figuur 2 Foto voorzijde woning Nieuwe - Wetering

Figuur 3 Foto spoorzijde woning Nieuwe Wetering

Graaf Willem II Laan 79, Hoogmade:
Deze woning betreft een rijtjeswoning op circa 450m, ten zuidoosten, van het spoor. Het gebied tussen het spoor en de woning bestaat uit weiland met ongeveer halverwege een waterzuivering. Ter plaatse van de woning kruist de HSL de A4 middels een betonnen pergolaconstructie gefundeerd op palen.

Figuur 4 Foto voorzijde woning Hoogmade

Figuur 5 Foto spoorzijde woning Hoogmade

Diamant 25, Berkel en Rodenrijs:
De woning betreft een rijtjeswoning op circa 150m vanaf het spoor. Ter plaatse van de woningen ligt de HSL in een verdiepte bak waar nog een geluidsscherm van circa 3,5m op staat. Tussen de woning en het spoor ligt een gebied met een watergang waar momenteel een park gerealiseerd wordt. Naast de verdiepte bak ligt een parallelweg.

Figuur 6 Foto voorzijde woning Berkel en Rodenrijs

Figuur 7 Foto spoorzijde woning Berkel en Rodenrijs

3 Meetopstellingen

3.1 Algemeen

Elk van de drie locaties zijn op ongeveer identieke wijze beïnstrumenteerd. Voor elke woning zijn versnellingsopnemers aangebracht ter plaatste van de fundering, het midden van de begane grondvloer en het midden van een vloer op de eerste verdieping. Tevens zijn versnellingsopnemers geplaatst op een afstand van 50m van het spoor op dezelfde hoogte als de woning. Als extra zijn ook opnemers op het maaiveld ter plaatse van de woning geplaatst, deze data zijn niet meegenomen in de beoordeling. Voor alle drie de locaties zijn de passagesnelheid van de treinen gemeten en ter plaatse beoordeeld.

De meetboeken met instellingen van de apparatuur en foto's van de beïnstrumentatie zijn opgenomen in bijlage A.

3.2 Versnellingsopnemers

Per woning zijn de volgende opnemers gebruikt:
- Fundering woning: 3D trilling
- Vloer beneden: 3D trilling
- Vloer boven: 3D trilling
- Maaiveld nabij spoor: 3D trilling
- Maaiveld nabij woning: 3D trilling

Dezelfde kanalenindeling is gebruikt bij elke woning, zie Tabel 4. De meetrichtingen in het horizontale vlak zijn zodanig gekozen dat aan en in de woning evenwijdig aan en loodrecht op de oriëntatie van de woning is gemeten. Voor de maaiveld meting op 50m van het spoor is evenwijdig en loodrecht op het spoor gemeten. Figuur 8 geeft enkele foto's van de gebruikte versnellingsopnemers.

Tabel 4 Kanalenindeling versnellingsopnemers

Ch. No.	Meetpunt	Meetlocatie	Meetrichting
1	M1	Fundering	Z (verticaal)
2	M1	Fundering	Y (loodrecht)
3	M1	Fundering	X (evenwijdig)
4	M2	Vloer beneden	Z
5	M2	Vloer beneden	Y
6	M2	Vloer beneden	X
7	M3	Vloer boven	Z
8	M3	Vloer boven	Y
9	M3	Vloer boven	X
10	M4	Maaiveld bij woning	Z
11	M4	Maaiveld bij woning	Y
12	M4	Maaiveld bij woning	X
13	M5	Maaiveld 50m uit spoor	Z
14	M5	Maaiveld 50m uit spoor	Y
15	M5	Maaiveld 50m uit spoor	X

Figuur 8 Selectie foto's versnellingsopnemers (fundering Berkel, vloer en veld Hoogmade)

3.3 Data-acquisitie

Alle gebruikte trillingssensoren zijn van het merk Sundstrand, type QA700. Dit zijn uiterst gevoelige versnellingsopnemers met een vlak meetbereik tussen de 0 en 300 Hz. Conditionering en versterking van de signalen vond plaats met door TNO ontwikkelde hardware. De signalen werden vervolgens bemonsterd met A/D converters van het merk DATAQ en opgeslagen met het software pakket WINDAQ.

Voor de locaties Nieuwe – Wetering en Hoogmade zijn de meetsignalen continue opgenomen met een sample frequentie van 500 Hz. Tijdens de meting is genoteerd in welke data files de relevante treinpassages zitten zodat deze achteraf makkelijk opgezocht konden worden. Bij Berkel en Rodenrijs kon vanwege het goede zicht op het spoor getriggerd gemeten worden. Dit betekent dat het systeem bij aankomst van een trein handmatig geactiveerd is en vervolgens voor 30 seconde heeft opgenomen.

Voor de locaties Nieuwe - Wetering en Berkel en Rodenrijs zijn de opnemers in de woning en op het maaiveld op hetzelfde data-acquisitiesysteem aangesloten. Bij Hoogmade is vanwege de grote afstand gewerkt met twee data-acquisitiesystemen. De tijden van deze twee systemen zijn vooraf handmatig gesynchroniseerd. Voor dit onderzoek worden de meetsignalen hiermee voldoende nauwkeurig gesynchroniseerd opgeslagen.

3.4 Snelheidsmetingen

Op alle drie de locaties zijn de passagesnelheden van de treinen gemeten.

Voor de locaties Nieuwe – Wetering en Berkel en Rodenrijs is hiervoor gebruik gemaakt van de zogenaamde Dopplerradarmeting. Deze techniek gebruikt het verschil in frequentie tussen het door de radar uitgezonden signaal en het door de bron teruggekaatste signaal om de snelheid te bepalen.

Voor de locatie Hoogmade is de passagesnelheid van de trein gemeten met behulp van twee microfoons. Door de microfoons op een bekende afstand van elkaar te plaatsen en het tijdsverschil van binnenkomst van de geluidsdrukgolf te meten is de snelheid bepaald.

Figuur 9 Snelheidsmeting met radar in Berkel (links) en microfoons in Hoogmade (rechts)

3.5 Meetperioden

De metingen zijn uitgevoerd in de periode september 2012 – november 2012, zie Tabel 5. Door problemen in de Schipholtunnel zijn tijdens de eerste meting in Berkel en Rodenrijs nauwelijks snelle treinpassages gemeten. Daarom is in overleg met Prorail besloten de meting in Berkel en Rodenrijs over te doen.

Tabel 5 Overzicht meetdata

Meting	Plaats	Datum
1	Berkel en Rodenrijs	10-09-2012
2	Nieuwe – Wetering	24-10-2012
3	Hoogmade	30-10-2012
4	Berkel en Rodenrijs	23-11-2012

4 Meetresultaten

4.1 Procedure uitwerking gemeten trillingsniveaus

De meetdata zijn verwerkt met behulp van MATLAB. Per locatie behelst de analyse de volgende stappen:

1. Verkrijgen overzicht hogesnelheidspassages
2. Selectie datafiles hogesnelheidspassages
3. Inkorten signalen en verwijdering omgevingsverstoringen
4. Importeren data in MATLAB en kalibratie
5. Bepalen maximale trillingsniveaus per passage
6. Achtergrondniveau en nog aanwezige verstoringen
7. Bepalen maximale trillingsniveaus over de duur van de meting
8. Bepalen van de trillingssterkte over de beoordelingsperiode

4.2 Uitwerking trillingsniveaus Nieuwe – Wetering

4.2.1 Overzicht hogesnelheidspassages

Tabel 6 geeft een overzicht van de gemeten passagesnelheden van de V250 en Thalys treinen tijdens de meting in Nieuwe – Wetering. Voor sommige passages was het niet mogelijk de snelheid te meten. In deze gevallen is waar mogelijk een inschatting van de passagesnelheid gedaan (in de tabel aangegeven met een *). In de laatste kolom van de tabel is aangegeven of in de gemeten trilsignalen verstoringen, bijvoorbeeld veroorzaakt door lopen, aanwezig zijn.

De hogesnelheidspassages (>200 km/uur) meegenomen in de verdere uitwerking en beoordeling zijn grijs gearceerd. Voor de meting in Nieuwe – Wetering komt dit op een totaal aantal hogesnelheidspassages van:

- 10 Thalys passages waarvan 4 met geschatte snelheid
- 10 V250 passages waarvan 1 met geschatte snelheid

Verder bevestigt de snelheidsmeting in Nieuwe – Wetering dat de oude Fyra treinen (met Traxx locomotief) met een gemiddelde snelheid van 160 km/uur rijden. Deze passages zijn niet meegenomen in de verdere uitwerking en beoordeling.

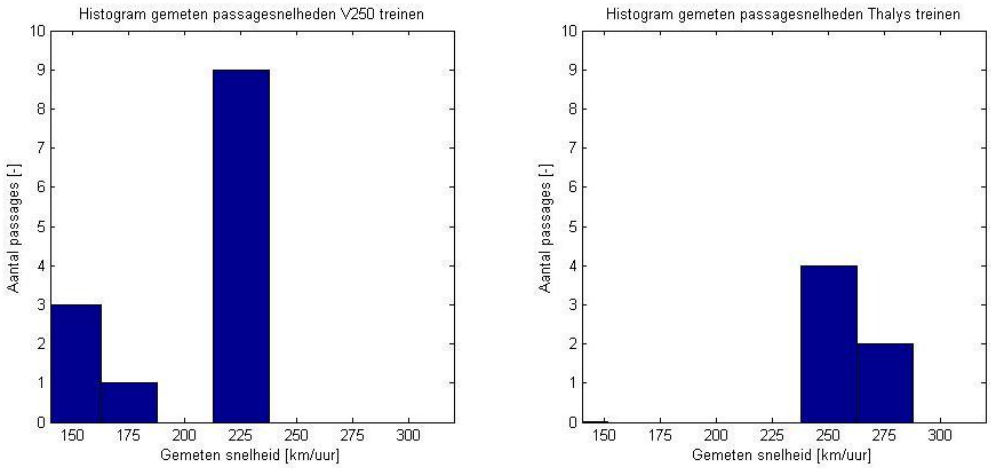
Tabel 6 Overzicht V250 en Thalys passages in Nieuwe – Wetering (* is geschat)

Nr	Tijd	Type	Richting	Snelheid [km/uur]	Data file	Verstoringen in trilsignaal
1	06:40	V250	Rdam	215	4	Geen
2	06:43	Thalys	Rdam	245	4	Geen
3*	07:22	V250	Adam	>200*	8	Geen
4	07:43	V250	Rdam	225	10	Woning
5	08:01	V250	Rdam	220	12	Woning (licht)
6	08:22	V250	Adam	160	14	
7	08:40	Thalys	Rdam	240*	16	Geen
8	08:48	V250	Adam	???	17	
9	09:05	V250	Rdam	215	19	Geen
10*	09:17	Thalys	Adam	>200*	20	Geen
11	09:35	V250	Rdam	220	22	Woning (licht)
12	09:39	Thalys	Rdam	255	22	Geen (na inkorten)
13	10:04	V250	Rdam	220	25	Woning (licht)
14*	10:19	Thalys	Adam	>250*	26	Geen (na inkorten)
15	10:24	V250	Adam	170	26	
16*	10:52	V250	Adam	<200*	29	
17	11:17	Thalys	Adam	285	32	Geen
18	11:36	V250	Rdam	215	34	Geen
19	11:40	Thalys	Rdam	250	34	Geen
20	12:04	V250	Rdam	220	37	Geen (na inkorten)
21*	12:22	V250	Adam	<200*	38	
22	12:53	V250	Adam	155	41	
23*	13:21	Thalys	Adam	<200*	44	
24	13:33	V250	Rdam	220	45	Geen (na inkorten)
25	13:40	Thalys	Rdam	245	46	Geen (na inkorten)
26	14:21	V250	Adam	???	50	
27*	15:17	Thalys	Adam	>250*	56	Geen (na inkorten)
28	15:34	V250	Rdam	155	58	
29	15:40	Thalys	Rdam	265	58	Geen (na inkorten)

In Figuur 10 zijn histogrammen gegeven van de gemeten passagesnelheden van de V250 en Thalys treinen in Nieuwe- Wetering (de geschatte passagesnelheden zijn hierin dus niet meegenomen).

In de linker histogram is te zien dat de V250 passages grofweg zijn in te delen in twee snelheidscategorieën. Voor één set gemeten V250 treinen ligt de passage-snelheid duidelijk onder de 200 km/uur. De passagesnelheid van de andere categorie V250 treinen ligt consequent rond de 225 km/uur. Dit bevestigd het beeld van de geschatte passagessnelheden waarin zowel V250 treinen onder als boven de 200 km/uur geschat zijn.

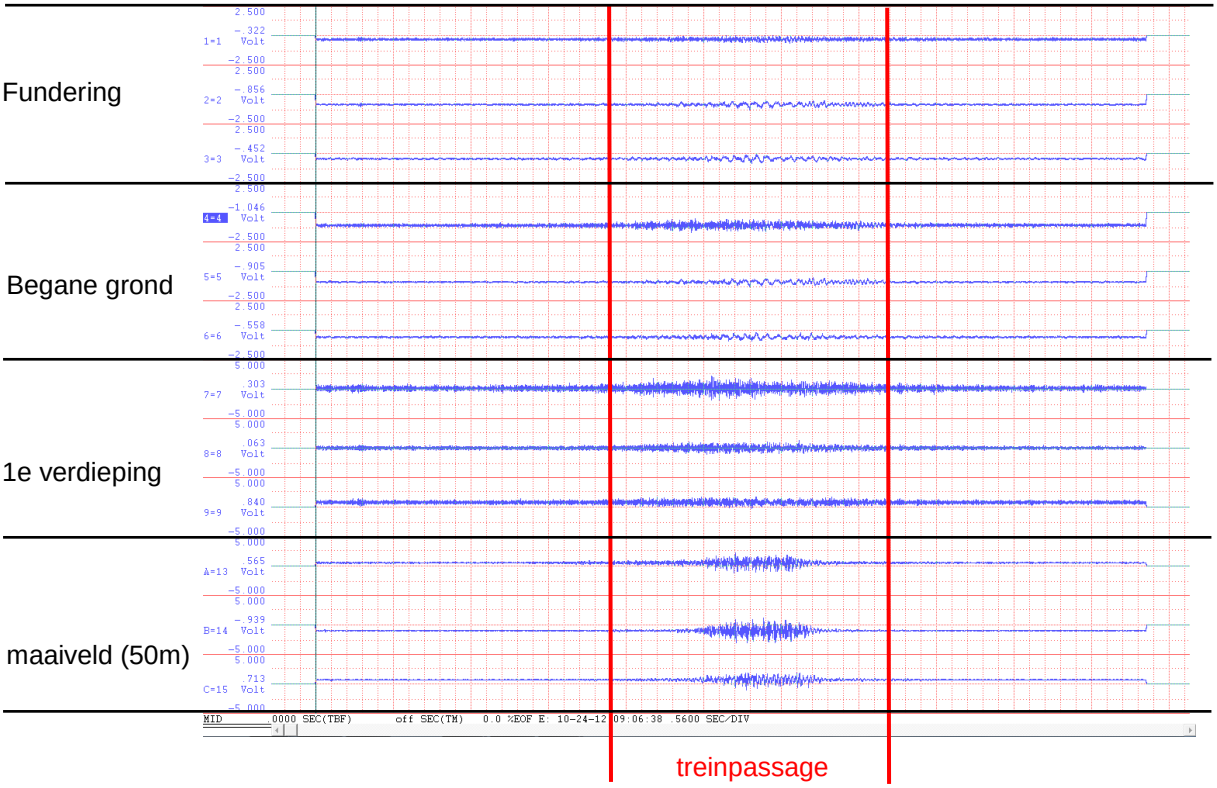
In het rechter histogram is te zien dat de passagesnelheden van alle gemeten Thalys treinen rond de 250 en 275 km/uur liggen. Ook dit bevestigd het beeld van de schatting waarin drie van de vier Thalys treinen boven de 200 km/uur zijn geschat. Uit de aantekeningen blijkt dat er vlak voor de Thalys trein die onder de 200 km/uur werd geschat een langzame Fyra trein in dezelfde richting zat. Naar alle waarschijnlijkheid is de Thalys opgehouden door deze langzamere Fyra.



Figuur 10 Histogrammen gemeten passagesnelheden V250 (links) en Thalys(rechts) treinen in Nieuwe - Wetering

4.2.2 Selectie datafiles hogesnelheidspassages

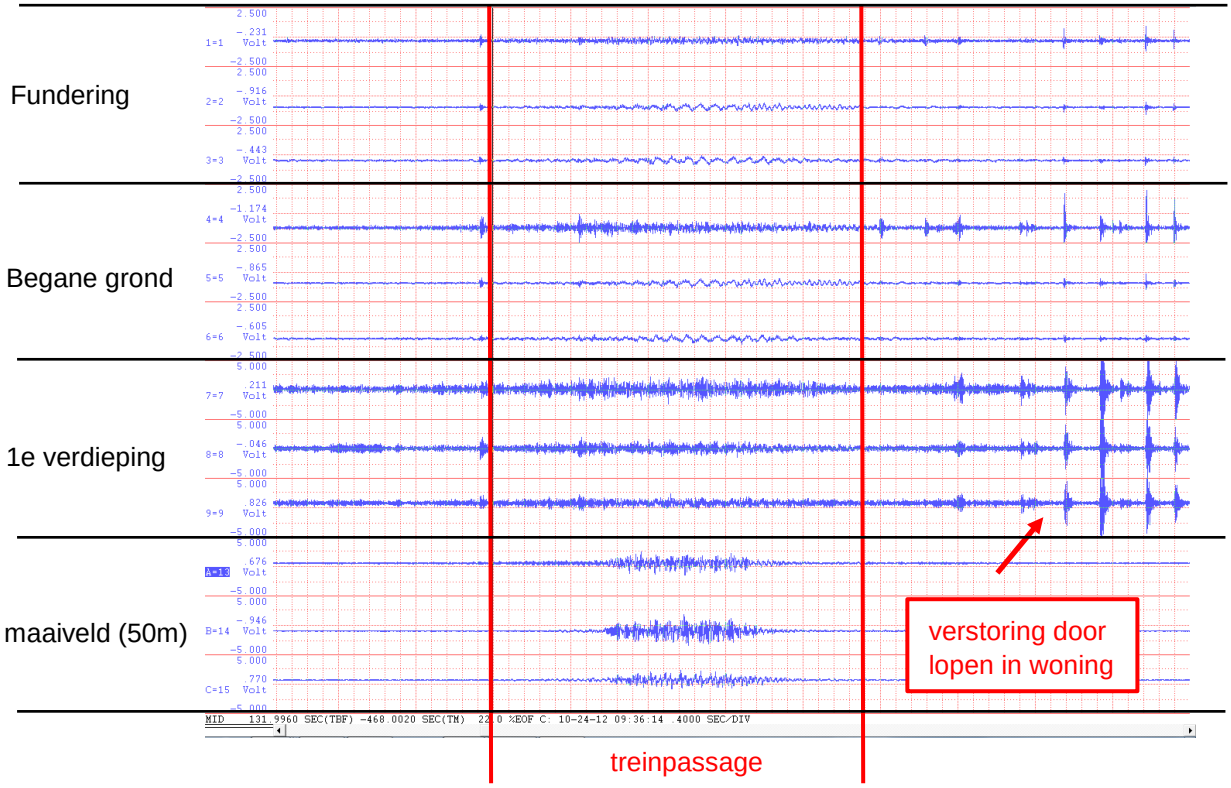
Op de locatie Nieuwe – Wetering is continue gemeten. Selectie van de data files en het opzoeken van de hogesnelheidspassages in de signalen is gedaan aan de hand van aantekeningen gemaakt tijdens de meting. Figuur 11 geeft een voorbeeld van een ruw, on-gekalibreerd, signaal (in Volts). De treinpassage is duidelijk herkenbaar, vooral bij de maaiveld kanalen.



Figuur 11 Gemeten ruwe signalen (in Volt) voor alle relevante kanalen van treinpassage nr. 9 in Nieuwe – Wetering. Duur van het signaal is 30 seconden.

4.2.3 Inkorten signalen en verwijderen omgevingsverstoringen

Op basis van visuele inspectie van de signalen is beoordeeld of rondom de treinpassages significante omgevingsverstoringen (bijvoorbeeld veroorzaakt door lopen in de woning) in het signaal aanwezig zijn. Indien dit het geval is zijn deze zoveel mogelijk weggelaten door het signaal rondom de betreffende treinpassage verder in te korten. Hierbij is gewaarborgd dat de maximale trillingsniveaus veroorzaakt door de treinpassage zelf niet zijn weggeknipt. Een voorbeeld van het inkorten van het signaal rondom een treinpassage is gegeven in Figuur 12. De omgang met stoortrillingen tijdens de treinpassages is behandeld in paragraaf 4.2.6.



Figuur 12 Gemeten ruwe signalen (in Volt) voor alle relevante kanalen van trein passage nr.11 in Nieuwe – Wetering. Duur ingekort signaal (tussen de markers) is 10 seconden.

Over het algemeen zijn bij Nieuwe-Wetering relatief veel verstoringen in de woning opgetreden waardoor veel signalen ingekort moesten worden (zie laatste kolom tabel 6). De metingen op maaiveld zijn nauwelijks verstoord.

4.2.4 *Importeren in MATLAB en kalibratie signalen*

Na selectie en (indien nodig) inkorting van signalen zijn de signalen van de hoge snelheidspassages vanuit WINDAQ geïmporteerd in MATLAB. Vervolgens is het ruwe signaal in Volts met behulp van de kalibratiefactor en de tijdens de meting gebruikte versterkingsfactoren omgerekend naar versnellingen in m/s^2. De hierbij gebruikte kalibratiefactor en versterkingsfactoren zijn opgenomen in het meetboek van Nieuwe - Wetering in bijlage A.1.

4.2.5 *Bepalen maximale trillingsniveaus per passage*

Vervolgens is voor alle hoge snelheidspassages voor alle relevante kanalen de grootste effectieve waarden van de trillingsnelheid $V_{eff;max;i}$ per passage bepaald. Dit is gedaan aan de hand van SBR 9.2, 9.3 en 9.4. Een overzicht van de berekende maximale trillingsniveaus per passage in Nieuwe – Wetering is opgenomen in bijlage B.1

4.2.6 *Bepalen achtergrondniveaus en nog aanwezige verstoringen*

Het achtergrondniveau is bepaald aan de hand van twee metingen over een langere periode. Eén meting in een relatief rustige periode in de vroege ochtend (06:14 – 06:22) en één meting met activiteit in de woning (07:44 – 07:54). Tabel 7

geeft de gemiddelde en maximale trillingssnelheden horende bij deze twee metingen.

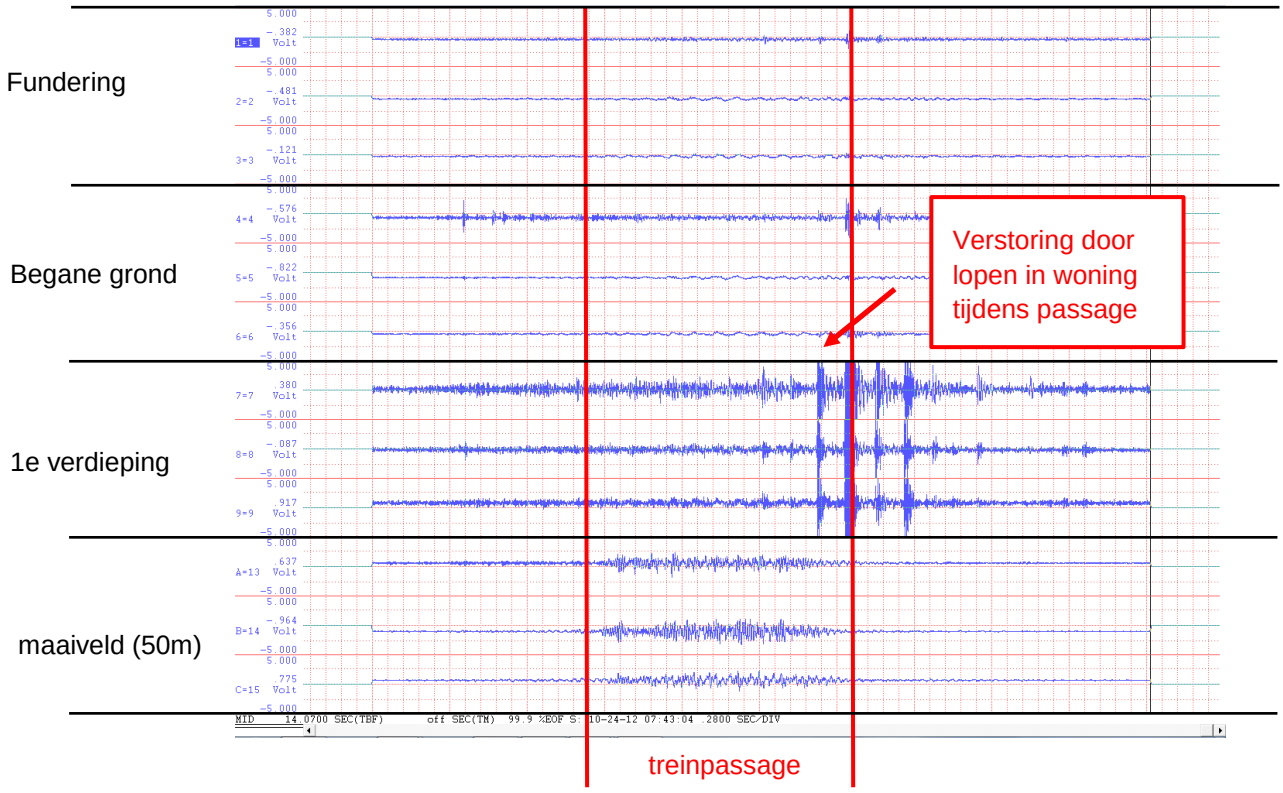
Wat opvalt is dat activiteit in de woning leidt tot significante trillingsniveaus op de verdiepingsvloer (zie gearceerde waardes in de tabel. Hieruit volgt dat het van belang is om te bepalen of er in de signalen die gebruikt worden voor de berekening van de maximale trillingsniveaus per passage nog achtergrond verstoringen aanwezig zijn (hierbij is met name de activiteit in de woning tijdens treinpassages van belang).

Tabel 7 Achtergrondniveaus voor twee scenario's in Nieuwe - Wetering

Achtergrondniveau's voor twee scenario's (Nieuwe - Wetering)												
	Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch13	Ch14	Ch15
	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
Vroege ochtend												
(06:14 - 06:22)												
gem.	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,007	0,002	0,002	0,004	0,004	0,004
max.	0,008	0,007	0,014	0,014	0,008	0,008	0,030	0,008	0,009	0,041	0,018	0,024
Activiteit in woning												
(07:44 - 07:54)												
gem.	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,011	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004
max.	0,018	0,010	0,013	0,040	0,011	0,010	0,364	0,109	0,121	0,060	0,024	0,032

Uit de analyse van de signalen en de berekende $V_{eff;max;i}$ per passage blijkt dat passage 4 (V250 van 07:43 richting Rotterdam, snelheid 226 km/uur) een sterk afwijkend beeld vertoont. Het maximale trillingsniveau op de verdiepingsvloer (0,26) is significant hoger dan het trillingsniveau van alle andere passages. Nadere bestudering van het signaal leert dat tijdens deze treinpassage inderdaad sterke verstoringen in de woning zijn opgetreden, zie Figuur 13.

Derhalve zijn voor deze treinpassage de signalen van de meetpunten in de woning niet meegenomen in de verdere uitwerking en beoordeling. Ook voor de passages 5, 11 en 13 treden lichte verstoringen op in de woning. Deze hebben echter geen invloed op het resultaat van de beoordeling.



Figuur 13 Nog aanwezige verstoringen in de woning voor treinpassage nr. 4 in Nieuwe - Wetering

4.2.7 *Bepalen maximale trillingsniveaus hogesnelheidspassages*

Op basis van de maximale trillingsniveaus per passage is voor ieder kanaal het maximale trillingsniveau over de duur van de meting bepaald. Dit is zowel gedaan volgens de *'worst case'* als de *'statistische benadering'* uit de SBR (zie SBR 9.5 en 9.6. Voor de berekening van $V_{eff;max;stat}$ is gebruik gemaakt van de procedure in SBR 9.6. Hierbij zijn alleen de top 15 trillingsniveaus met een trillingsniveau hoger dan 50% van de hoogste waarde van de beschouwde passages meegenomen.

Tabel 8 geeft de maximale trillingsniveaus voor de beschouwde treinpassages boven de 200 km/uur (passage nr.4 buiten beschouwing gelaten). De grijs gearceerde waardes zijn de maxima per meetpunt. Dit zijn de $V_{max;}$ waardes uit de SBR-B die gebruikt zijn in de beoordeling van de trillingsniveaus.

Tabel 8 Maximale trillingssnelheden voor treinpassages boven de 200 km/uur in Nieuwe – Wetering

Grootste effectievie waarde van de trillingsnelheid over de duur van de meting (passages boven 200 km/uur) (Nieuwe - Wetering)												
	Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch13	Ch14	Ch15
	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
Grootste waarde												
Alle passages	0,01	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03	0,10	0,03	0,04	0,11	0,12	0,12
Thalys passages	0,01	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03	0,10	0,03	0,04	0,11	0,12	0,12
V250 passages	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,09	0,10	0,11
Statistische waarde												
Alle passages	0,01	0,03	0,06	0,02	0,03	0,03	0,10	0,03	0,04	0,10	0,12	0,12
Thalys passages	0,02	0,03	0,06	0,02	0,03	0,04	0,11	0,04	0,05	0,12	0,14	0,12
V250 passages	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,09	0,11	0,11

Hierbij valt op dat de Thalys passages resulteren in hogere trillingsniveaus en de statistische uitwerking meestal iets ongunstiger uitkomt dan de hoogst gemeten waarde.

4.2.8 Bepalen gemiddelde trillingsniveaus over de beoordelingsperioden

Zoals reeds vermeldt in 2.1.1 is het niet mogelijk om op basis van de uitgevoerde metingen een representatieve waarde van de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode te bepalen.

Echter, omdat de maximale trilingssterkte V_{max} voor alle ruimte in Nieuwe – Wetering voldoet aan de onderste streefwaarde A1 = 0,1 uit de SBR hoeft de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) niet beoordeeld te worden.

Verder zijn de gemeten trillingsniveaus dusdanig laag dat deze niet meegenomen zouden hoeven te worden in de berekening van de gemiddelde effectieve waarde over de meetperiode ($V_{per,meet}$). De SBR (paragraaf 9.8) stelt namelijk dat trillingsniveaus pas meegenomen hoeven te worden boven een niveau van $V_{eff,max,30,i}$ > 0,1. Bij afronding op één decimaal nauwkeurig zijn de trillingsniveaus voor alle gemeten hogesnelheidspassages in Nieuwe – Wetering kleiner of gelijk aan 0,1 (zie tabel in Bijlage B.1).

4.3 Uitwerking trillingsniveaus Hoogmade

4.3.1 Overzicht hogesnelheidspassages

Tabel 9 geeft een overzicht van de gemeten passagesnelheden van de V250 en Thalys treinen tijdens de meting in Hoogmade. Voor de eerste 14 metingen was het door technische problemen met de radars niet mogelijk de passagesnelheid te meten. In deze gevallen is de passagesnelheid ingeschat. Na meting 14 is voor de snelheidsmeting een alternatieve methode met twee microfoons gebruikt. Vanaf deze meting zijn de snelheden dus gemeten. In de laatste kolom van de tabel is aangegeven of in de gemeten trilsignalen verstoringen, bijvoorbeeld veroorzaakt door activiteit in de woning, aanwezig zijn.

De hogesnelheidspassages (>200 km/uur) meegenomen in de verdere uitwerking en beoordeling zijn grijs gearceerd. Voor de meting in Hoogmade komt dit op een totaal aantal hogesnelheidspassages van:

- 11 Thalys passages waarvan 5 met geschatte snelheid
- 11 V250 passages waarvan 4 met geschatte snelheid

Verder bevestigt de snelheidsmeting in Hoogmade dat de oude Fyra treinen (Traxx locomotief) met een gemiddelde snelheid van 160 km/uur rijden.

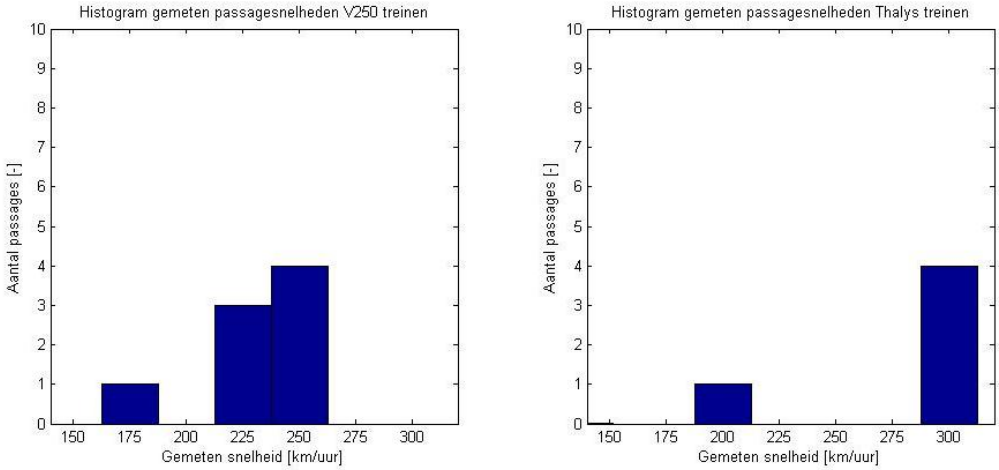
Tabel 9 Overzicht V250 en Thalys passages in Hoogmade (* is geschat)

Nr	Tijd	Type	Richting	Snelheid [km/uur]	Data file	Verstoringen in trilsignaal
1*	6:37	V250	Rdam	>200*	7	Woning (licht)
2*	6:40	Thalys	Rdam	>200*	7	Woning (licht)
3*	7:20	V250	Adam	>200*	11	Woning (licht)
4*	7:34	V250	Rdam	<200*	12	Woning (licht)
5*	8:06	V250	Rdam	<200*	15	Woning (licht)
6*	8:20	V250	Adam	<200*	17	Woning (licht)
7*	8:40	Thalys	Rdam	>200*	19	Woning (licht)
8*	8:47	V250	Adam	<200*	19	Woning (licht)
9*	9:17	Thalys	Adam	>200*	22	Woning (licht)
10*	9:35	V250	Rdam	>200*	24	Woning (licht)
11*	9:41	Thalys	Rdam	>200*	25	Woning (licht)
12*	10:06	V250	Rdam	>200*	27	Woning
13*	10:18	Thalys	Adam	>250*	29	Woning (licht)
14*	10:23	V250	Adam	<200*	29	Woning (licht)
15	10:47	V250	Adam	240	31	Woning (licht)
16	11:17	Thalys	Adam	305	34	Geen (na inkorten)
17	11:39	V250	Rdam	230	37	Woning (licht)
18	11:43	Thalys	Rdam	210	37	Geen
19	12:06	V250	Rdam	250	40	Geen
20	12:21	V250	Adam	230	41	Woning (licht)
21	12:47	V250	Adam	240	43	Woning (licht)
22	13:16	Thays	Adam	295	46	Licht (na inkorten)
23	13:35	V250	Rdam	225	48	Woning (licht)
24	13:41	Thalys	Rdam	300	49	Woning (licht)
25	14:22	V250	Adam	165	53	Woning (licht)
26	15:16	Thalys	Adam	300	58	Woning (licht)
27	15:36	V250	Rdam	250	60	Woning (licht)
28	15:41	Thalys	Rdam	295	61	Woning (licht)

In Figuur 10 zijn histogrammen gegeven van de gemeten passagesnelheden van de V250 en Thalys treinen in Hoogmade (de geschatte passagesnelheden zijn hierin dus niet meegenomen).

In het linker histogram is te zien dat de meeste gemeten V250 treinen in Hoogmade met een snelheid rond de 225km/uur en 250km/uur reden. Er is één V250 trein met een gemeten snelheid die duidelijk onder de 200 km/uur ligt. Omdat tijdens de meting in principe alleen de V250 testritten met hoge snelheid zouden rijden is dit in lijn met de verwachtingen. Ook komt dit overeen met het beeld van de geschatte snelheden waarin zowel V250 treinen onder de 200 km/uur als boven de 200 km/uur geschat zijn.

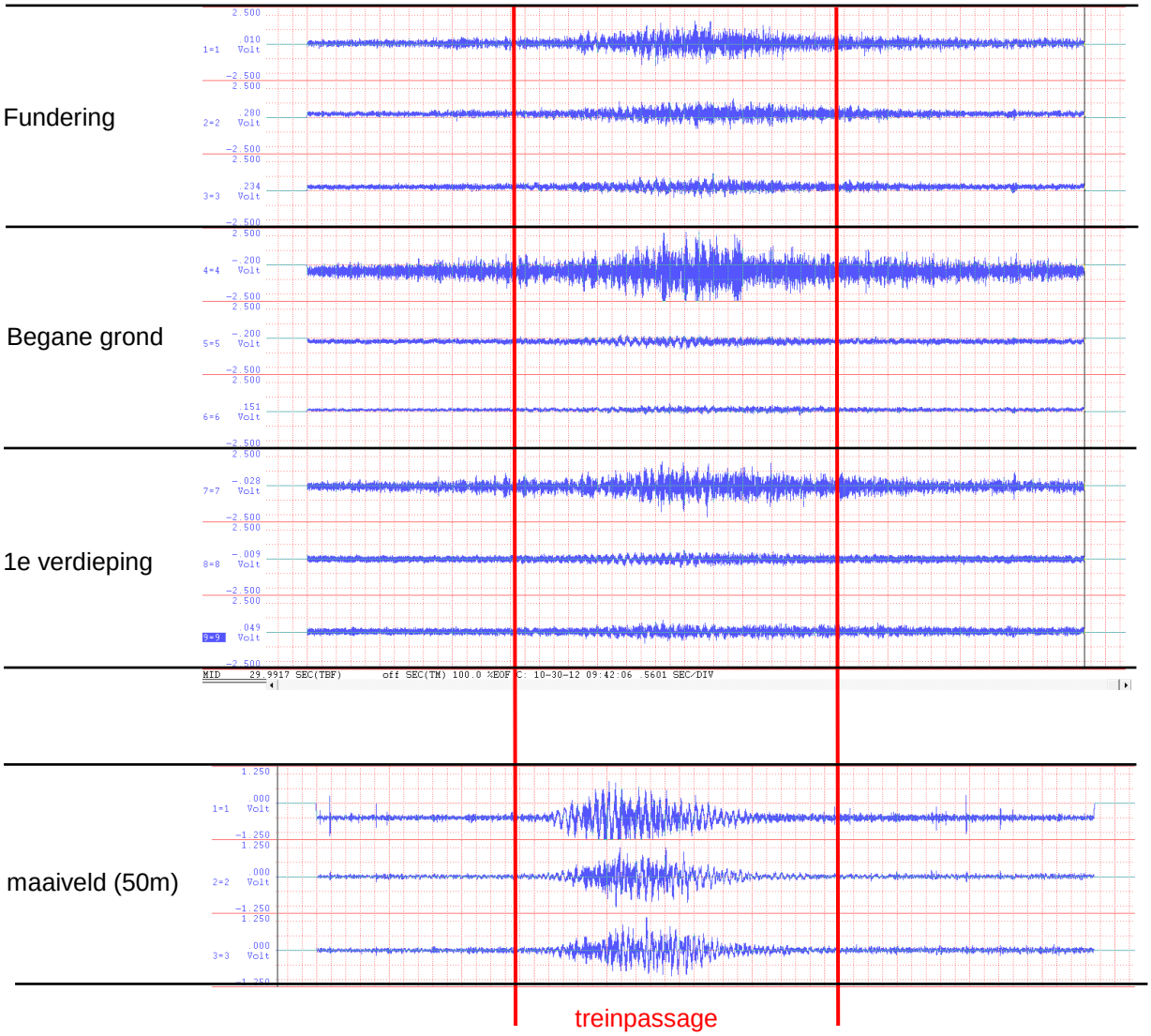
In het rechter histogram is te zien dat de meeste gemeten Thalys treinen in Hoogmade een snelheid rond de 300km/uur hadden. Er is één Thalys passage gemeten met een snelheid van rond de 200 km/uur. Het histogram bevestigd het beeld van de schatting waarbij 5 Thalys passages boven de 200 km/uur werden geschat.



Figuur 14 Histogrammen gemeten passagesnelheden V250 (links) en Thalys(rechts) treinen in Hoogmade

4.3.2 Selectie datafiles hogesnelheidspassages

Evenals in Nieuwe – Wetering is in Hoogmade continue gemeten. Selectie van de data files en het opzoeken van de hogesnelheidspassages in de signalen is gedaan aan de hand van aantekeningen gemaakt tijdens de meting. Over het algemeen zijn de treinpassages duidelijk herkenbaar in de gemeten signalen. Figuur 15 geeft een voorbeeld van een duidelijk herkenbare treinpassage in Hoogmade (passage nr.11). Omdat met twee acquisitie units gewerkt is treedt een kleine verschuiving in tijd op tussen de kanalen in de woning en de kanalen van de veldmeting. Dit heeft geen invloed op de beoordeling.

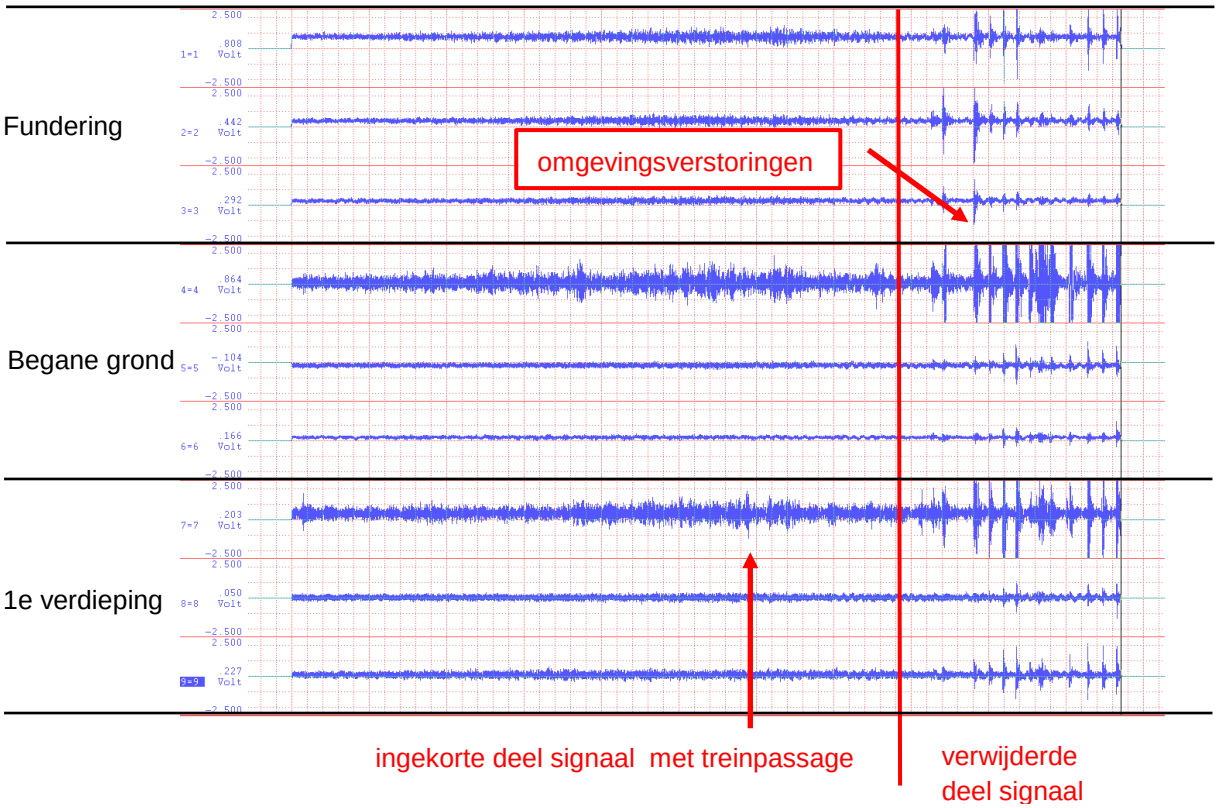


Figuur 15 Illustratie herkenbaarheid treinpassage in signaal uit veld (ruw signaal in Volts). Treinpassagier nr.11 Hoogmade. Duur van het signaal is 30 seconden.

4.3.3 Inkorten signalen en verwijderen omgevingsverstoringen

Ter verwijdering van stoortrillingen rondom de treinpassages zijn de meetsignalen rondom treinpassage nr. 21 en 28 ingekort. Hierbij is gewaarborgd dat de maximale trillingsniveaus veroorzaakt door de treinpassage zelf niet zijn weggeknipt. Het een en ander is geïllustreerd in
Figuur 16 voor treinpassage nr. 21. De omgang met stoortrillingen tijdens de treinpassages is behandeld in paragraaf 4.2.6.

In veel van de meetsignalen in de woning zijn (lichte) omgevingsverstoringen aanwezig. Door de verwevenheid met de treinpassage was het niet mogelijk deze omgevingsverstoringen te verwijderen uit de meetsignalen. Echter, de gemeten trillingsniveaus zijn dusdanig laag dat dit geen effect heeft op het resultaat van de beoordeling. Voor een kwantificatie van de orde grootte van de nog aanwezige omgevingsverstoringen in de meetsignalen: zie paragraaf 4.3.6.



Figuur 16 Illustratie inkorten signaal (ruw signaal in Volts) ter verwijdering omgevingsverstoringen. Treinpassage nr. 21 Hoogmade.

4.3.4 *Importeren in MATLAB en kalibratie signalen*

Na selectie en (indien nodig) inkorting van signalen zijn de signalen van de hoge snelheidspassages vanuit WINDAQ geïmporteerd in MATLAB. Vervolgens is het ruwe signaal in Volts met behulp van de kalibratiefactor en de tijdens de meting gebruikte versterkingsfactoren omgerekend naar versnellingen in m/s^2. De hierbij gebruikte kalibratiefactor en versterkingsfactoren voor beide acquisitie units zijn opgenomen in het meetboek van Hoogmade in bijlage A.2.

4.3.5 *Bepalen maximale trillingsniveaus per passage*

Vervolgens is voor alle hoge snelheidspassages voor alle relevante kanalen de grootste effectieve waarden van de trillingsnelheid $V_{eff;max;i}$ per passage bepaald. Dit is gedaan aan de hand van SBR 9.2, 9.3 en 9.4. Een overzicht van de berekende maximale trillingsniveaus per passage in Hoogmade is opgenomen in bijlage B.2. In deze trillingsniveaus zijn nog verweven omgevingsverstoringen aanwezig.

4.3.6 *Bepalen achtergrondniveaus en nog aanwezige verstoringen*

Het achtergrondniveau in Hoogmade zijn bepaald aan de hand van twee representatieve delen uit een meetsignaal (data file 37) zonder treinpassage. Deel één betreft een relatief zuiver deel van het signaal zonder significante omgevings-verstoringen (11:40). Deel twee betreft een deel waarbij omgevingsverstoringen in de woning optraden (11:41). De duur van beide signalen is 30 seconden. Tabel 10 geeft de gemiddelde en maximale effectieve trillingssnelheden horende bij deze twee metingen.

Tabel 10 Achtergrondniveaus voor twee scenario's in Hoogmade (V;eff)

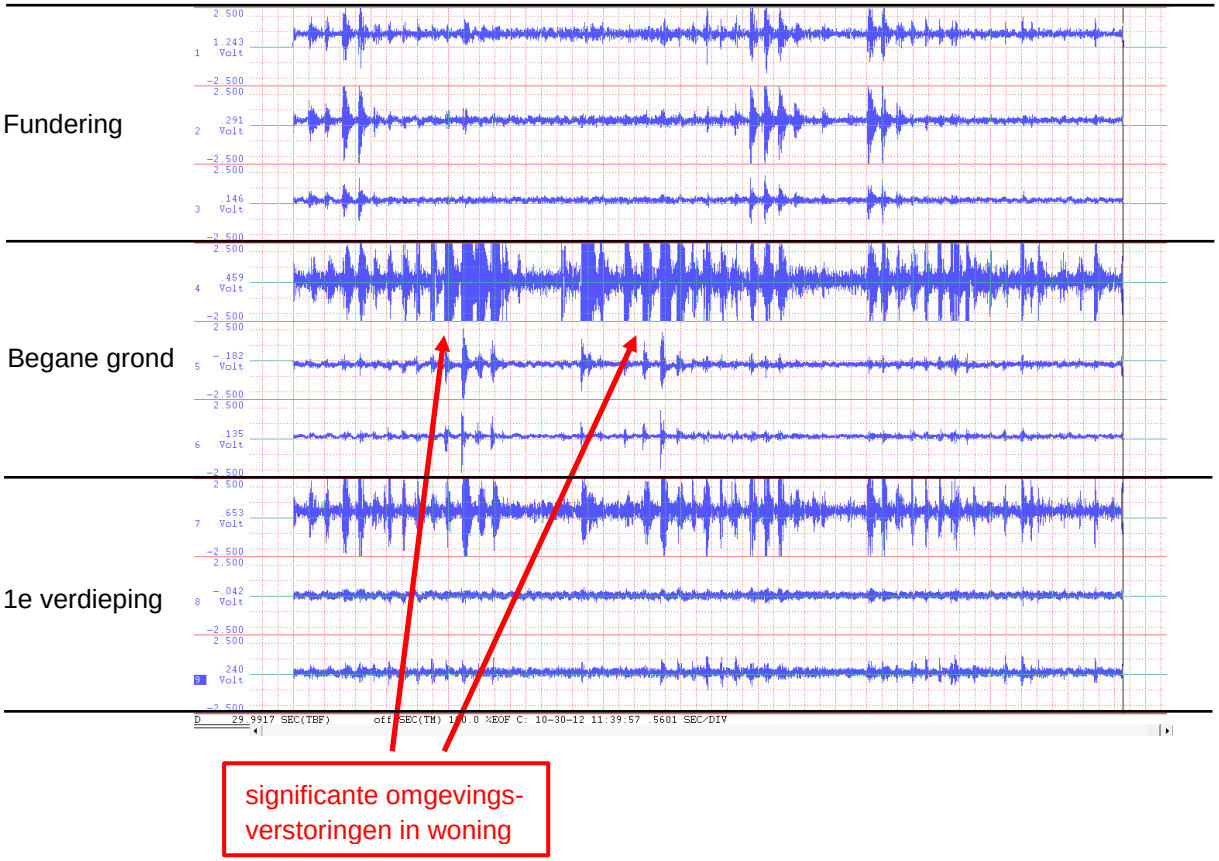
Achtergrondniveau's voor twee scenario's (Hoogmade)												
	Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch1	Ch2	Ch3
	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
Zuiver												
(11:40)												
gem.	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003
max.	0,003	0,002	0,003	0,004	0,002	0,003	0,005	0,002	0,004	0,004	0,008	0,008
Verstoord												
(11:41)												
gem.	0,003	0,003	0,002	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
max.	0,013	0,016	0,007	0,021	0,005	0,005	0,024	0,006	0,007	0,004	0,007	0,007

Uit deze tabel blijkt dat omgevingsverstoringen in de kunnen woning leiden tot trillingsniveaus in de orde van 0,01 – 0,025 (gearceerde waarde tabel). Soortgelijke (lichte) omgevingsverstoringen zijn aanwezig in veel van de uiteindelijk beoordeelde meetsignalen. Door de verwevenheid van deze verstoringen met de trillingen veroorzaakt door de treinpassages was het niet mogelijk deze middels het inkorten van de signalen te verwijderen. Echter, de trillingsniveaus in de woning ten gevolge van treinpassages inclusief deze lichte verstoringen zijn zodanig laag dat dit geen invloed heeft op het resultaat van de beoordeling.

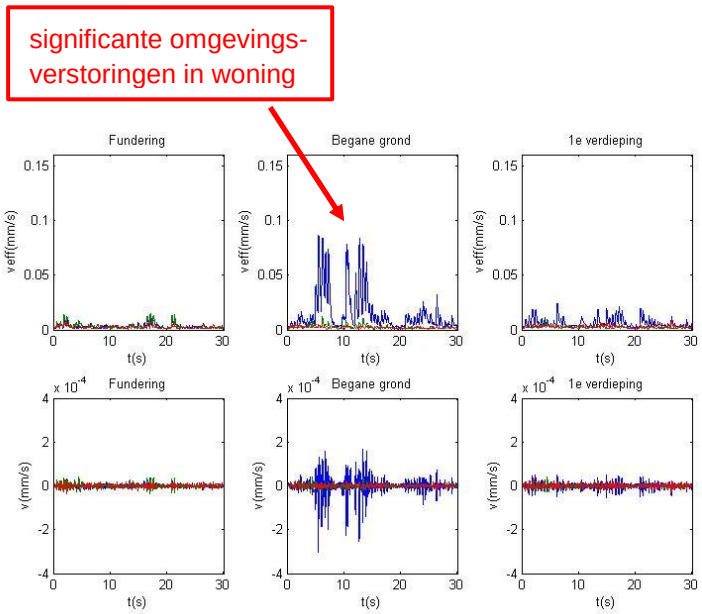
Voor treinpassage nr. 17 waren de omgevingsverstoringen in de woning dusdanig significant dat de treinpassage niet meer herkenbaar was in het signaal, zie

Figuur 17 op de volgende pagina. De maximale effectieve waarde van de trillingssnelheid op de begane grond vloer is voor deze passage (Figuur 18) zodanig gedomineerd door de omgevingsverstoringen dat dit meetsignaal buiten beschouwing is gelaten in de beoordeling.

Ter plaatse van de maaiveldmeting zijn geen significante omgevingsverstoringen opgetreden.



Figuur 17 Illustratie omgevingsverstoringen in meetsignaal (ruw signaal in Volt) treinpassage nr.17 in Hoogmade.



Figuur 18 Verwerkte signalen voor treinpassage 17 in Hoogmade. Bovenste drie grafieken de voortschrijdende effectieve waarde veff(t). Daaronder de bijbehorende trillingssnelheid v(t).

4.3.7 *Bepalen maximale trillingsniveaus hogesnelheidspassages*

Op basis van de maximale trillingsniveaus per passage is voor ieder kanaal het maximale trillingsniveau over de duur van de meting bepaald (SBR-B 9.5). Deze maxima zijn opgenomen in Tabel 11. In deze maxima zitten (lichte) omgevingsverstoringen. Het significant verstoorde meetsignaal op de begane grond van passage nr. 17 is achterwege gelaten. De grijs gearceerde waardes zijn de maxima per meetpunt. Dit zijn de $V_{max;}$ waardes uit de SBR-B die gebruikt zijn in de beoordeling van de trillingsniveaus.

Omdat in de meetsignalen van de treinpassages omgevingsverstoringen verweven zitten zijn de hogesnelheidstreinpassages niet goed te isoleren als bron. Om deze rede is de statistische uitwerking van de meetsignalen achterwege gelaten.

Tabel 11 Maximale trillingssnelheden voor treinpassages boven de 200 km/uur in Hoogmade

Grootste effectievie waarde van de trillingsnelheid over de duur van de meting (passages boven 200 km/uur) (Hoogmade)												
	Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch1	Ch2	Ch3
	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
Grootste waarde												
Alle passages	0,03	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,09	0,08	0,11
Thalys passages	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,09	0,07	0,09
V250 passages	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,06	0,08	0,11

4.3.8 *Bepalen gemiddelde trillingsniveaus over de beoordelingsperioden*

Zoals reeds vermeldt in 2.1.1 is het niet mogelijk om op basis van de uitgevoerde metingen een representatieve waarde van de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode te bepalen.

Echter, omdat de maximale trilingssterkte Vmax (inclusief significante omgevingskanalen) voor alle ruimte in Hoogmade voldoet aan de onderste streefwaarde A1 = 0,1 uit de SBR hoeft de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode (Vper) niet beoordeeld te worden.

Verder zijn de gemeten trillingsniveaus dusdanig laag dat deze niet meegenomen zouden hoeven te worden in de berekening van de gemiddelde effectieve waarde over de meetperiode (Vper,meet). De SBR (paragraaf 9.8) stelt namelijk dat trillingsniveaus pas meegenomen hoeven te worden boven een niveau van Veff,max,30,i > 0,1. Bij afronding op één decimaal nauwkeurig zijn de trillingsniveaus voor alle gemeten hogesnelheidspassages in Hoogmade kleiner of gelijk aan 0,1 (zie tabel in Bijlage B.2).

4.4 Uitwerking trillingsniveaus Berkel en Rodenrijs

4.4.1 Overzicht hogesnelheidspassages

Tabel 12 geeft een overzicht van de gemeten passagesnelheden van de V250 en Thalys treinen tijdens de meting in Berkel en Rodenrijs. In de laatste kolom van de tabel is aangegeven of in de gemeten trilsignalen omgevingsverstoringen aanwezig zijn, bijvoorbeeld veroorzaakt door lopen in de woning. Ten aanzien hiervan wordt opgemerkt dat gedurende de hele meting werkzaamheden in de nabije omgeving van de woning werden uitgevoerd. Ook was de bewoonster thuis tijdens de meting. Dit heeft geresulteerd in behoorlijk wat omgevingsverstoringen in bijna alle gemeten signalen. Voor nadere uitleg over deze omgevingsverstoringen zie paragraaf 4.4.6.

De hogesnelheidspassages (>200 km/uur) meegenomen in de verdere uitwerking en beoordeling zijn grijs gearceerd. Voor de meting in Berkel en Rodenrijs komt dit op een totaal aantal hogesnelheidspassages van:

- 10 Thalys passages
- 8 V250 passages (waarvan 1 gelijktijdige)

Verder bevestigt de snelheidsmeting in Berkel en Rodenrijs dat de oude Fyra treinen (Traxx locomotief) met een gemiddelde snelheid van 160 km/uur rijden. Deze passages zijn niet meegenomen in de verdere uitwerking en beoordeling.

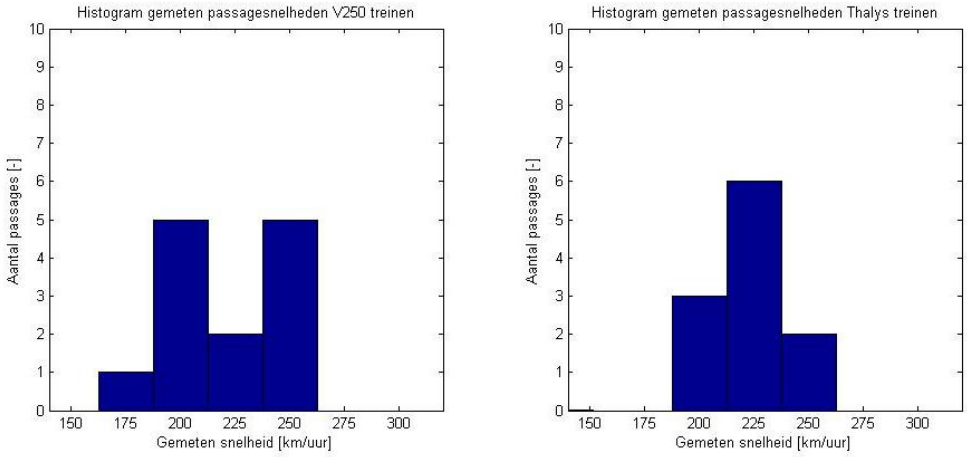
Tabel 12 Overzicht V250 en Thalys passages in Berkel en Rodenrijs

Nr	Tijd	Type	Richting	Snelheid [km/uur]	Data file	Verstoringen in trilsignaal
1	6:44	V250	Rdam	250	3	Ch01-06 ontbreken
2	6:48	Thalys	Rdam	200	4	Ch01-06 ontbreken
3	7:14	V250	Adam	175	7	
4	7:41	V250	Rdam	245	10	Ch01-06 ontbreken
5	8:15	V250	Adam	190	13	
6	8:57	Thalys	Rdam	235	17	Woning
7	9:19	V250	Rdam	250	20	Woning (licht)
8	9:22	Thalys	Adam	190	21	
9	9:45	V250	Rdam	240	25	Woning
10	9:49	Thalys	Rdam	250	26	Woning
11	10:14	V250	Adam	195	28	
12	11:12	Thalys	Adam	220	33	Woning (ingekort)
13	11:41	V250	Rdam	220	35	Woning & maaiveld
14	11:46	Thalys	Rdam	220	36	Woning(ingekort)
15	12:14	V250	Adam	190	39	
16	13:04	Thalys	Adam	205	43	Woning (licht)
17	13:12	V250	Rdam	250	45	Woning
18	13:30	Thalys	Adam	225	47	Woning
19	13:41	V250	Adam	210	50	Woning
20	13:41	V250	Rdam	215	50	Woning
21	13:45	Thalys	Rdam	220	51	Woning
22	14:15	V250	Adam	195	54	
23	14:52	Thalys	Rdam	225	57	Woning
24	15:11	Thalys	Adam	245	60	Woning

In Figuur 19 zijn histogrammen gegeven van de gemeten passagesnelheden van de V250 en Thalys treinen in Berkel en Rodenrijs. Bij deze locatie zijn de passage-snelheden van alle treinen gemeten.

In het linker histogram is te zien dat de gemeten snelheden van de V250 treinen zich minder goed in twee categorieën laat indelen als voor de andere twee locaties. Veel voorkomende passagesnelheden voor de V250 treinen zijn rond de 200 km/uur en rond de 250km/uur.

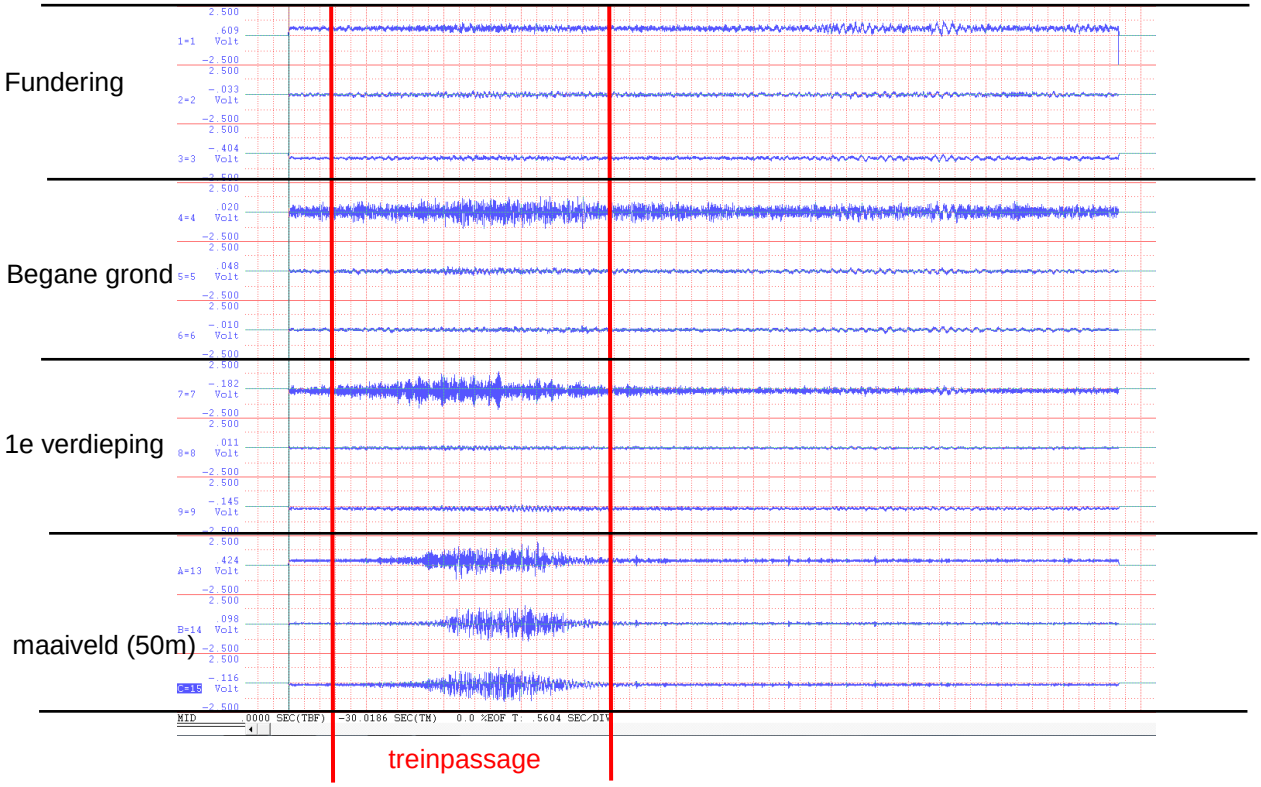
In het rechter histogram is te zien dat de gemeten passagesnelheid van de Thalys treinen over het algemeen iets lager ligt dan de snelheid van de Thalys passages bij de andere twee locaties. Dit is naar alle waarschijnlijkheid te verklaren uit het feit dat Berkel en Rodenrijs relatief dicht bij station Rotterdam Centraal ligt en treinen enige tijd nodig hebben om af te remmen en op snelheid te komen.



Figuur 19 Histogrammen gemeten passagesnelheden V250 (links) en Thalys(rechts) treinen in Berkel en Rodenrijs

4.4.2 *Selectie datafiles hogesnelheidspassages*

Op de locatie Berkel en Rodenrijs is getriggerd gemeten, dit betekent dat in (bijna) alle gemeten signalen een treinpassage aanwezig is. Selectie van de data files met een hogesnelheidspassage is gedaan aan de hand van aantekeningen gemaakt tijdens de meting. Evenals voor Nieuwe – Wetering zijn de treinpassages duidelijk herkenbaar in het signaal op maaiveld, zie
Figuur 20.



Figuur 20 Gemeten ruwe signalen (in Volt) voor alle relevante kanalen van treinpassage nr. 6 in Berkel en Rodenrijs. Duur van het signaal is 30 seconden.

4.4.3 Inkorten signalen en verwijderen omgevingsverstoringen

Evenals voor de andere locaties is visueel beoordeeld of rondom de treinpassages significante omgevingsverstoringen in de signalen aanwezig zijn. Zoals eerder vermeld zijn bij de meting in Berkel en Rodenrijs veel omgevingsverstoringen opgetreden. Deze zijn veroorzaakt door activiteit in de woning en werkzaamheden in de nabije omgeving van de woning, voor nadere uitleg zie paragraaf 4.4.6.

Omdat de hogesnelheidstreinpassages in de meeste signalen verweven zijn met de omgevingsverstoringen is het niet goed mogelijk de treinpassages te isoleren van de omgevingsverstoringen. Slechts in twee gevallen was het zinvol om het signaal in te korten rondom de treinpassage. Dit betreft de passages 12 en 14 uit Tabel 12. Hierbij is gewaarborgd dat de maximale trillingsniveaus veroorzaakt door de treinpassage zelf niet zijn weggeknipt.. De omgang met stoortrillingen tijdens de treinpassages is behandeld in paragraaf 4.4.6.

4.4.4 Importeren in MATLAB en kalibratie signalen

Na selectie en inkorting van signalen zijn de signalen van de hogesnelheids-passages vanuit WINDAQ geïmporteerd in MATLAB. Vervolgens is het ruwe signaal in Volts met behulp van de kalibratiefactor en de tijdens de meting gebruikte versterkingsfactoren omgerekend naar versnellingen in m/s^2. De hierbij gebruikte kalibratiefactor en versterkingsfactoren zijn opgenomen in het meetboek van Berkel en Rodenrijs in bijlage 0.

4.4.5 *Bepalen maximale trillingsniveaus per passage*

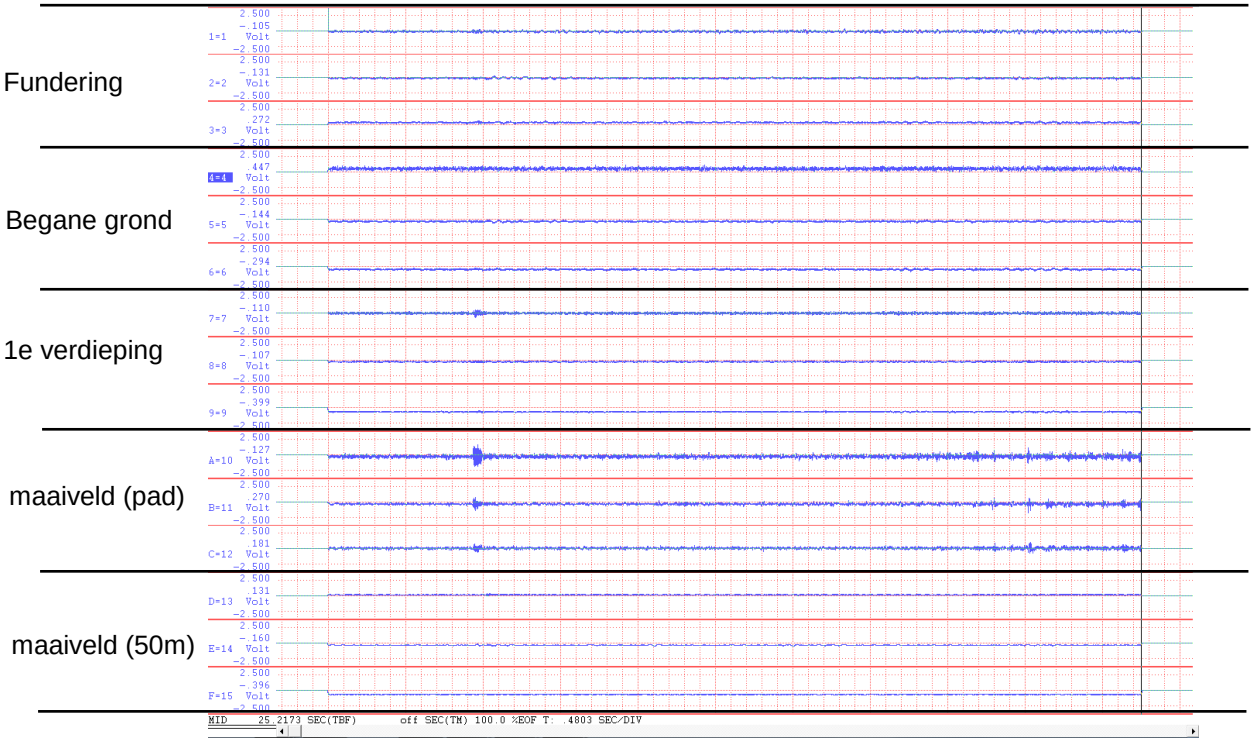
Vervolgens is voor alle hoge snelheidspassages voor alle relevante kanalen de grootste effectieve waarden van de trillingsnelheid $V_{eff;max;i}$ per passage bepaald. Dit is gedaan aan de hand van SBR 9.2, 9.3 en 9.4. Een overzicht van de berekende maximale trillingsniveaus per passage in Berkel en Rodenrijs is opgenomen in bijlage B.3. In deze trillingsniveaus zijn (significante) omgevingsverstoringen aanwezig.

4.4.6 *Bepalen achtergrondniveaus en nog aanwezige verstoringen*

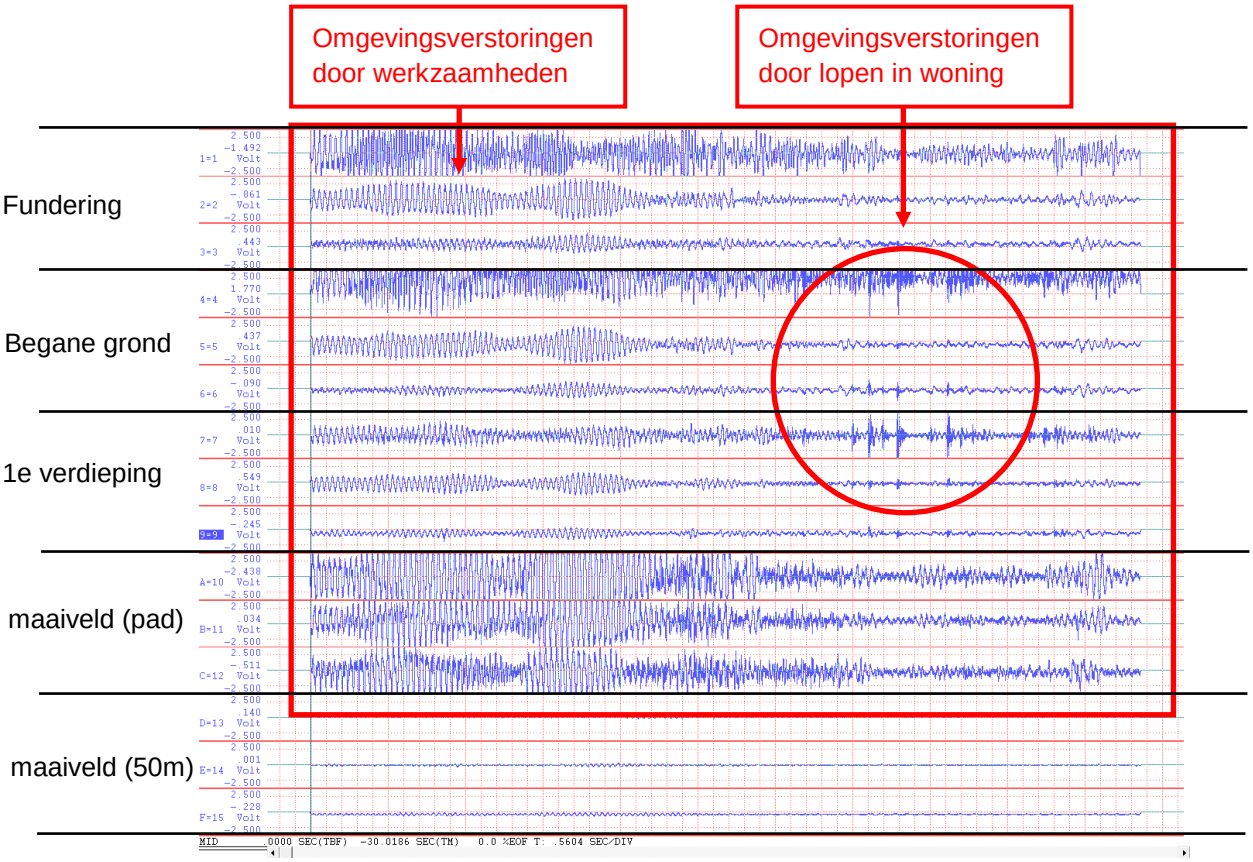
Voor de locatie Berkel en Rodenrijs zijn de achtergrondniveaus bepaald door middel van 0-metingen (meting zonder treinpassage) voor twee scenario's. Scenario 1 betreft een relatief zuivere meting zonder significante omgevingsverstoringen. Scenario 2 betreft een meting met significante omgevingsverstoringen door werkzaamheden in de omgeving en activiteit in de woning. Tabel 13 geeft de maximale en gemiddelde trillingsterkte voor deze twee achtergrondscenario's. Wat opvalt is dat de omgevingsverstoringen relatief significante maximale trillingsniveaus in de woning veroorzaken (grijs gearceerd). Figuur 21 en
Figuur 22 op de volgende pagina geven het ruwe signaal van beide achtergrondmetingen.

Tabel 13 Achtergrondniveaus voor twee scenario's in Berkel en Rodenrijs

Achtergrondniveau's voor twee scenario's (Berkel en Rodenrijs)												
	Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch13	Ch14	Ch15
	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
0-meting middag (14:29)												
gem.	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,005	0,003
max.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
Kraan + trilplaat + lopen in woning (13:19)												
gem.	0,036	0,023	0,010	0,034	0,019	0,009	0,028	0,024	0,014	0,010	0,009	0,011
max.	0,093	0,067	0,029	0,083	0,062	0,026	0,069	0,074	0,038	0,029	0,027	0,028

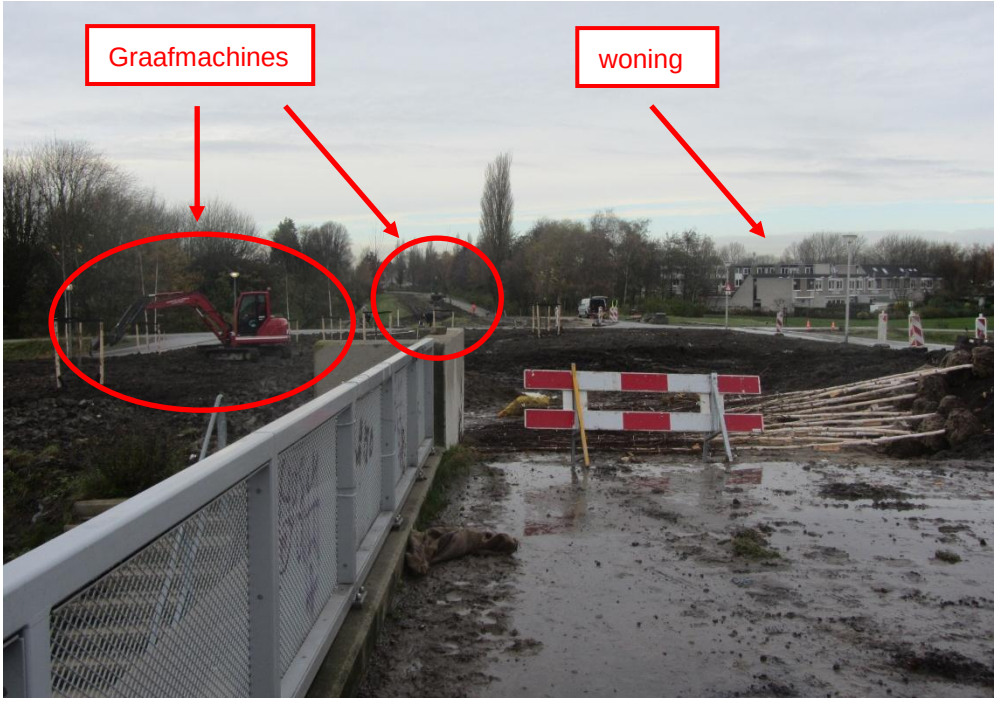


Figuur 21 Gemeten ruwe signalen (in Volt) voor achtergrondmeting 1 in Berkel en Rodenrijs.



Figuur 22 Gemeten ruwe signalen (in Volt) voor achtergrondmeting 2 in Berkel en Rodenrijs

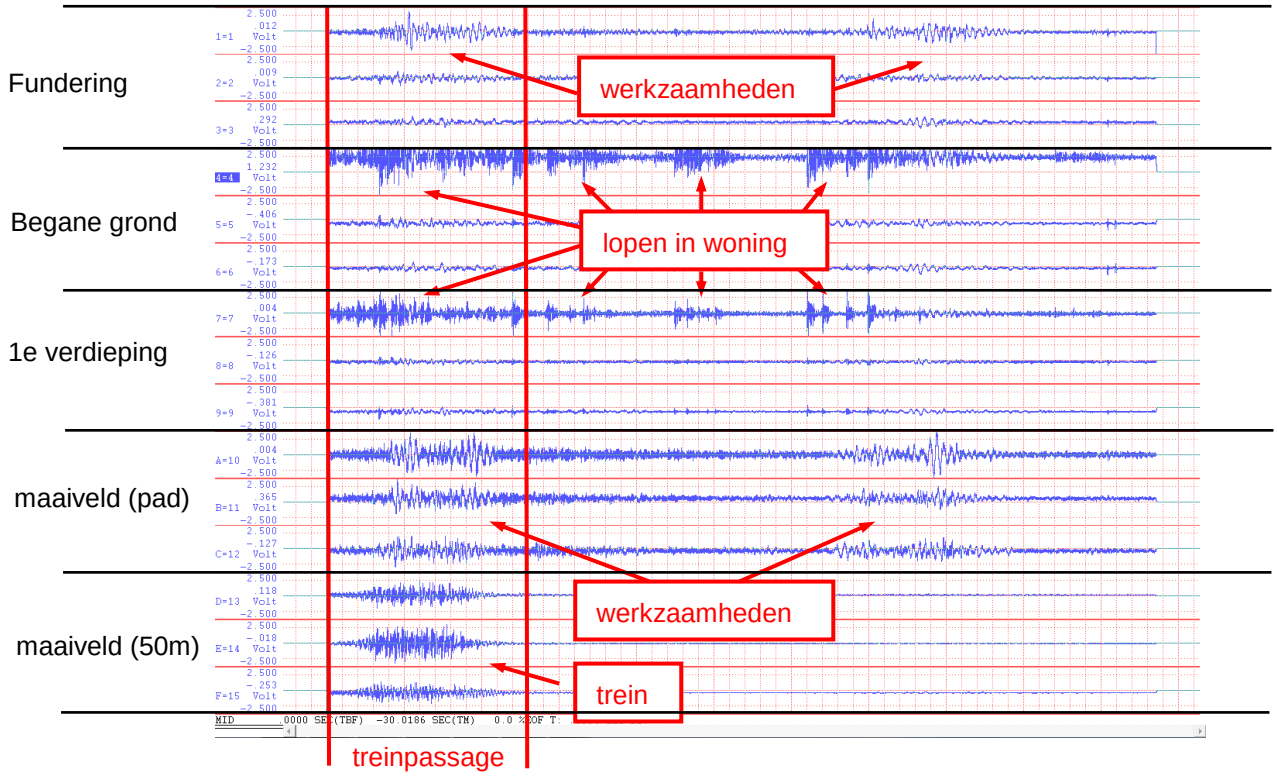
Zoals eerder vermeld hebben tijdens de hele meting in Berkel en Rodenrijs beplantingswerkzaamheden in de omgeving van de woning plaatsgevonden. Figuur 23 en Figuur 24 geven een indruk van deze werkzaamheden.



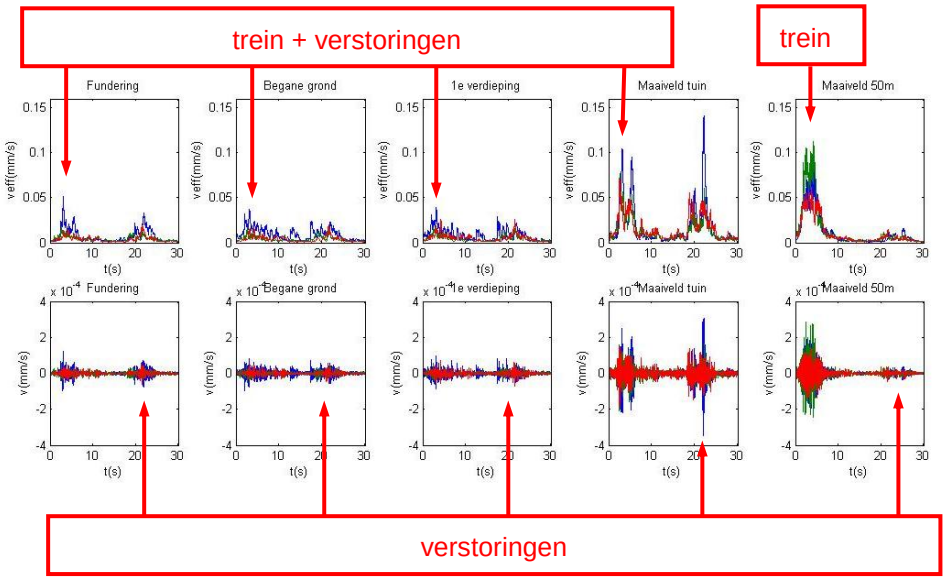
Figuur 23 Foto werkzaamheden in omgeving van woning

Figuur 24 Foto werkzaamheden langs pad nabij woning

Om inzicht te krijgen in het effect van de omgevingsverstoringen zijn in Figuur 25 en Figuur 26 het ruwe –en verwerkte signaal van treinpassage nummer 17 gegeven. Deze signalen zijn verstoord door activiteit in de woning en de werkzaamheden in de omgeving.



Figuur 25 Gemeten ruwe signalen (in Volt) voor treinpassage 17 in Berkel en Rodenrijs.



Figuur 26 Verwerkte signalen voor treinpassage 17 in Berkel en Rodenrijs inclusief omgevingsverstoringen. Boven voortschrijdende effectieve waarde veff(t). Onder trillingssnelheid v(t).

Op basis van de signalen van het maaiveldmeetpunt op 50 meter uit het spoor wordt geconstateerd dat de treinpassage zich aan het begin van het signaal bevindt. In de signalen is te zien dat tegen het eind van deze meting een tweede piek optreedt. Deze piek is het vooral sterk in het verwerkte signaal van de maaiveldmeetpunt ter plaatse van het pad naast de woning. Het feit dat deze piek veel zwakker is voor de maaiveld meting nabij het spoor leidt tot de conclusie dat de bron van deze trilling zicht nabij het pad naast de woning bevindt. Naar alle waarschijnlijkheid is dit deel van het signaal dus veroorzaakt door de werkzaamheden in de nabije omgeving van de woning. In het ruwe signaal is ook te zien dat op de begane grond en eerste verdieping verstoringen ten gevolge van lopen in de woning zijn opgetreden.

Omdat het signaal sterkt afwijkt van het signaal van een relatief zuivere trein-passage (zie Figuur 20) wordt geconcludeerd dat deze verstoringen ook tijdens de treinpassage opgetreden zijn. Voor de meetpunten bij de fundering en het maaiveld ter plaatse van het pad valt de vorm van het signaal veroorzaakt door de werkzaamheden te herkennen in het signaal tijdens de treinpassage. Door de verwevenheid van het signaal veroorzaakt door de treinpassage en de activiteit in de woning is het lopen in de woning minder goed herkenbaar in het signaal tijdens de treinpassage.

Er wordt geconcludeerd dat trillingen veroorzaakt door de treinpassages verweven zijn met trillingen door omgevingsverstoringen. Deze omgevingsverstoringen resulteren trillingsniveaus die significant zijn voor de beoordeling. Dit is het geval voor bijna alle signalen.

Omdat het niet goed mogelijk is de trillingsniveaus veroorzaakt door de trein-passages te isoleren van de omgevingsverstoringen is besloten om het signaal inclusief omgevingsverstoringen mee te nemen in de beoordeling. Indien de trillingsniveaus inclusief omgevingsverstoringen voldoen aan de gestelde eisen kan ook geconcludeerd worden dat de trillingsniveaus ten gevolge van de treinpassages voldoen aan de eisen.

4.4.7 Bepalen maximale trillingsniveaus hogesnelheidspassages

Op basis van de maximale trillingsniveaus per passage is voor ieder kanaal het maximale trillingsniveau over de duur van de meting bepaald (SBR-B 9.5). Deze maxima zijn opgenomen in Tabel 14 en zijn inclusief omgevingsverstoringen. Ook is de gelijktijdige V250 passage opgenomen. De grijs gearceerde waardes zijn de maxima per ruimte. Dit zijn de $V_{max;}$ waardes uit de SBR-B die gebruikt zijn in de beoordeling van de trillingsniveaus.

Omdat in de meetsignalen van de treinpassages omgevingsverstoringen verweven zitten zijn de hogesnelheidstreinpassages niet goed te isoleren als bron. Om deze rede is de statistische uitwerking van de meetsignalen achterwege gelaten.

Tabel 14 Maximale trillingssnelheden voor treinpassages boven de 200 km/uur in Berkel en Rodenrijs

Grootste effectievie waarde van de trillingsnelheid over de duur van de meting (passages boven 200 km/uur) (Berkel en Rodenrijs)												
	Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch13	Ch14	Ch15
	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
Grootste waarde												
Alle passages	0,09	0,03	0,02	0,13	0,03	0,03	0,09	0,10	0,08	0,10	0,11	0,14
Thalys passages	0,06	0,03	0,02	0,13	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,08	0,07	0,08
V250 passages	0,09	0,03	0,02	0,08	0,02	0,03	0,09	0,10	0,08	0,10	0,11	0,14

4.4.8 Bepalen gemiddelde trillingsniveaus over de beoordelingsperioden

Zoals reeds vermeldt in 2.1.1 is het niet mogelijk om op basis van de uitgevoerde metingen een representatieve waarde van de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode te bepalen.

Echter, omdat de maximale trilingssterkte V_{max} (inclusief significante omgevingskanalen) voor alle ruimte in Berkel en Rodenrijs voldoet aan de onderste streefwaarde A1 = 0,1 uit de SBR hoeft de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) niet beoordeeld te worden.

Verder zijn de gemeten trillingsniveaus dusdanig laag dat deze niet meegenomen zouden hoeven te worden in de berekening van de gemiddelde effectieve waarde over de meetperiode ($V_{per,meet}$). De SBR (paragraaf 9.8) stelt namelijk dat trillingsniveaus pas meegenomen hoeven te worden boven een niveau van $V_{eff,max,30,i}$ > 0,1. Bij afronding op één decimaal nauwkeurig zijn de trillingsniveaus voor alle gemeten hogesnelheidspassages in Berkel en Rodenrijs kleiner of gelijk aan 0,1 (zie tabel in Bijlage B.3).

5 Beoordeling

5.1 Nieuwe - Wetering

5.1.1 SBR richtlijn deel B

Uit Tabel 8 blijkt dat **de maximale trillingsniveaus in de woning in Nieuwe - Wetering de bovenste streefwaarde (A2) van 0,4 niet overschrijden. Dit geldt ook voor de nacht periode waarvoor een lagere bovenste streefwaarde van 0,2 geldt.**

Opgemerkt wordt dat ook aan de onderste streefwaarde (A1) van 0,1 wordt voldaan. Weliswaar resulteert de statistische uitwerking van de Thalys passages in een maximale trillingssterkte van 0,11, maar omdat de beoordeling op één decimaal nauwkeurig plaatsvindt wordt deze waarde afgerond op 0,1. Omdat voldaan wordt aan de onderste streefwaarde hoeft geen nadere toetsing aan de streefwaarde voor de gemiddelde trillingssterkte (A3) uitgevoerd te worden.

De gemeten trillingen voldoen dus aan de SBR-B richtlijn. De trillingen kunnen in enkele gevallen wel voelbaar zijn gegeven dat er voor Thalys passages op hoge snelheid een V_{max} waarde van 0,1 of hoger voor de verdiepingsvloer van de woning is gevonden.

5.1.2 PvE maaiveldeis op 50m

Uit Tabel 8 blijkt dat **de maximale trillingsniveaus op maaiveld *op* 50m afstand het maximaal toelaatbare trillingsniveau van 0,1 op maaiveld *buiten* de 50m niet overschrijden.**

Weliswaar resulteert de statistische uitwerking in een maximale trillingssterkte van 0,14, maar omdat de beoordeling plaatsvindt op één decimaal nauwkeurig wordt deze waarde afgerond op 0,1.

De trillingen voldoen dus aan de maaiveld eis opgenomen in het PvE.

5.2 Hoogmade

5.2.1 SBR richtlijn deel B

Uit Tabel 11 blijkt dat **de maximale trillingsniveaus in de woning Hoogmade de bovenste streefwaarde (A2) van 0,4 niet overschrijden. Dit geldt ook voor de nacht periode waarvoor een lagere bovenste streefwaarde van 0,2 geldt. Opgemerkt wordt dat in de beoordeelde maximale trillingsniveaus (lichte) omgevingsverstoringen aanwezig zijn.**

Opgemerkt wordt dat ook aan de onderste streefwaarde (A1) van 0,1 wordt voldaan. Het maximale trillingsniveau in de woning is 0,04. Omdat voldaan wordt aan de onderste streefwaarde hoeft geen nadere toetsing aan de streefwaarde voor de gemiddelde trillingssterkte (A3) uitgevoerd te worden.

De gemeten trillingen voldoen dus aan de SBR-B richtlijn.

5.2.2 Maaiveldeis op 50m

Uit Tabel 11 blijkt dat **de maximale trillingsniveaus op maaiveld *op* 50m afstand het maximaal toelaatbare trillingsniveau van 0,1 op maaiveld *buiten* de 50m niet overschrijden.**

Weliswaar is de maximale trillingssterkte 0,11 maar omdat de beoordeling plaatsvindt op één decimaal nauwkeurig wordt deze waarde afgerond op 0,1.

De trillingen voldoen dus aan de maaiveld eis opgenomen in het PvE.

5.3 Berkel en Rodenrijs

5.3.1 SBR richtlijn deel B

Uit Tabel 14 blijkt dat **de maximale trillingsniveaus in de woning Berkel en Rodenrijs de bovenste streefwaarde (A2) van 0,4 niet overschrijden. Dit geldt ook voor de nacht periode waarvoor een lagere bovenste streefwaarde van 0,2 geldt. Opgemerkt wordt dat in de beoordeelde maximale trillingsniveaus (significante) omgevingsverstoringen en een gelijktijdige V250 passage aanwezig zijn.**

Opgemerkt wordt dat ook aan de onderste streefwaarde (A1) van 0,1 wordt voldaan. Weliswaar is de maximale trillingssterkte in de woning 0,13 maar omdat de beoordeling op één decimaal nauwkeurig plaatsvindt wordt deze waarde afgerond op 0,1. Omdat voldaan wordt aan de onderste streefwaarde hoeft geen nadere toetsing aan de streefwaarde voor de gemiddelde trillingssterkte (A3) uitgevoerd te worden.

De gemeten trillingen voldoen dus aan de SBR-B richtlijn.

5.3.2 Maaiveldeis op 50m

Uit Tabel 14 blijkt dat **de maximale trillingsniveaus op maaiveld *op* 50m afstand het maximaal toelaatbare trillingsniveau van 0,1 op maaiveld *buiten* de 50m niet overschrijden. Opgemerkt wordt dat in de beoordeelde trillingsniveaus omgevingsverstoringen en een gelijktijdige V250 passage aanwezig zijn.**

Weliswaar is de maximale trillingssterkte 0,14 maar omdat de beoordeling plaatsvindt op één decimaal nauwkeurig wordt deze waarde afgerond op 0,1.

De trillingen voldoen dus aan de maaiveld eis opgenomen in het PvE.

6 Conclusies

In de periode september - november 2012 zijn er trillingsmetingen verricht in woningen op drie verschillende locaties langs het HSL-zuid traject Amsterdam – Rotterdam. De locaties betreffen Nieuwe Wetering, Hoogmade en Berkel en Rodenrijs. Ook is ter plaatse van deze woning een maaiveld meting op 50m afstand van het spoor verricht. Tijdens deze metingen zijn de passagesnelheden van de passerende treinen gemeten en vastgelegd.

De gemeten trillingsniveaus van de hogesnelheidspassages (boven de 200 km/uur) zijn uitgewerkt en beoordeeld volgens de SBR richtlijn Trillingen: meet- en beoordelingsmethodiek Deel B – Hinder voor personen in gebouwen. De trillingen in de woningen zijn beoordeeld op basis van de geldende bovenste streefwaarde (A2) voor het maximale trillingsniveau in de dag/avond periode en nachtperiode. Indien aan de bovenste streefwaarde (A2) is voldaan is nagegaan of ook aan de onderste streefwaarde (A1) wordt voldaan. Als dit het geval is hoeft het gemiddelde trillingsniveau over de beoordelingsperiode niet meer aan de streefwaarde (A3) getoetst te worden. Hierbij is uitgegaan van de streefwaarde geldend voor trillingen veroorzaakt door railverkeer in nieuwe situaties.

De trillingen op maaiveld zijn beoordeeld aan de hand van het Programma van eisen van de aanleg van de HSL-zuid, paragraaf 607B. Hierin is een maximaal toelaatbaar trillingsniveau van 0,1 op maaiveld buiten de 50m zone opgenomen.

Per locatie worden de volgende conclusies getrokken:

Nieuwe – Wetering:
Op basis van 19 gemeten hogesnelheidspassages met een snelheid tussen de 200 en 285 km/uur wordt geconcludeerd dat:

- De trillingsniveaus in de woning voldoen aan de SBR – B richtlijn.
- De trillingsniveaus op maaiveld voldoen aan de eis gesteld in het PvE.

Hoogmade:
Op basis van 22 gemeten hogesnelheidspassages met een snelheid tussen de 200 en 305 km/uur wordt geconcludeerd dat:

- De trillingsniveaus in de woning voldoen aan de SBR – B richtlijn.
- De trillingsniveaus op maaiveld voldoen aan de eis gesteld in het PvE.

Hierbij wordt opgemerkt dat in de beoordeelde signalen (lichte) omgevingsverstoringen aanwezig zijn.

Berkel en Rodenrijs:
Op basis van 18 gemeten hogesnelheidspassages met een snelheid tussen de 200 en 250 km/uur wordt geconcludeerd dat:

- De trillingsniveaus in de woning voldoen aan de SBR – B richtlijn,
- De trillingsniveaus op maaiveld voldoen aan de eis gesteld in het PvE

Hierbij wordt opgemerkt dat in de beoordeelde signalen (significante) omgevingsverstoringen en een gelijktijdige V250 passage aanwezig zijn.

7 Referenties

1. Galanti, F.B.M. Koopman, A. *Trillingsmeting HSL-zuid bij Thalys passages en V250 test passages in 3 woningen in Breda Zuid-Oost.* TNO Rapport TNO-034-DTM-2010-04910.
2. Stichting Bouw Research. *Trillingen: Meet- en beoordelingsrichtlijn. Deel B: Hinder voor personen*. Rotterdam, Augustus 2002.
3. Staatscourant. *Besluit tot vaststelling van beleidsregels ten aanzien van trillinghinder ten behoeve van de vaststelling van tracébesluiten voor de aanleg, wijziging of het opnieuw in gebruik nemen van een landelijke spoorweg (Beleidsregel trillinghinder spoor)*. April 2012
4. Programma van Eisen voor de aanleg van de HSL-Zuid, paragraaf 607B.

8 Ondertekening

Delft, 20 februari 2013

J.H. Paulissen
Auteur

A. Koopman
Tweede lezer

P.P van 't Veen
Research Manager
Structural Dynamics

A Meetboeken

A.1 Meetboek Nieuwe – Wetering

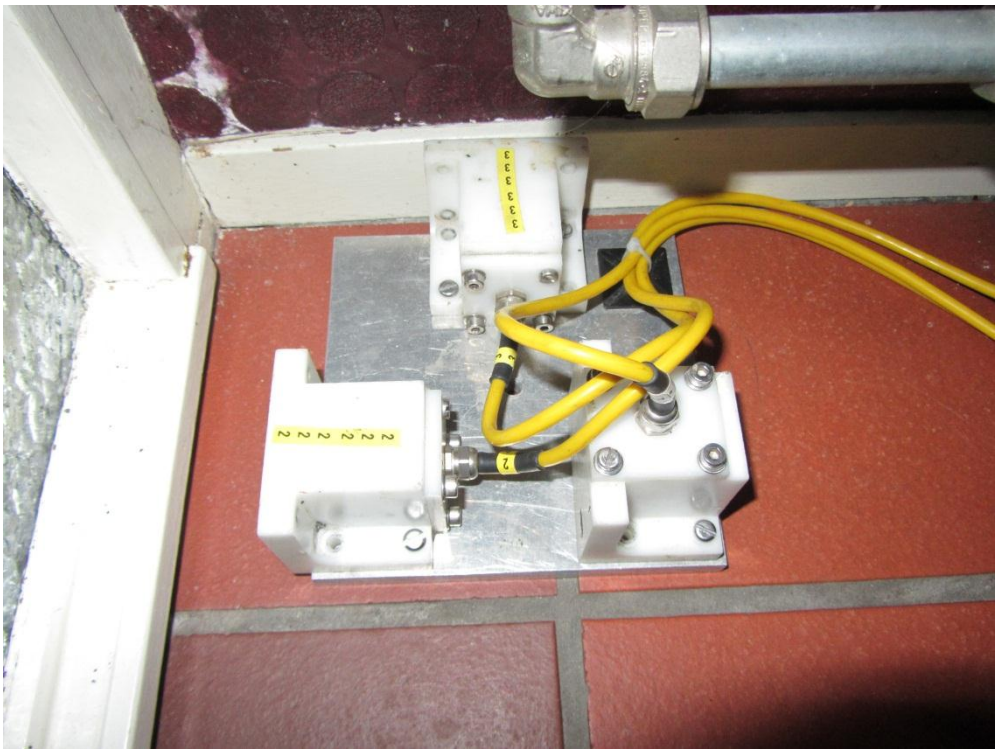
Instellingen meetapparatuur:

						DATAQ																
	Meetboek	HSL meting Berkel en Rodenrijs				Samplefreq	500	Hz		Kalibratie gegevens												
	Project					Meetlengte	continue	10 min files	Venne	19,62	m/s2											
	Datum	24-10-2010				Aantal Kanalen	20															
	Meet technici	Joep Paulissen/ Fred Middeldorp/ Charles v. Holsteijn				Filter freq	100	Hz														
						Kabels						Instelling			EU	vanaf file	EU	vanaf file	EU	vanaf file	EU	Filter
Ch. No.	meetpunt	Meetlokatie	meetrichting	Opnemer No.		1	2	3	Conditioner	Range	Gain	V output	Range	Gain	per V	nr.4(5%)	per V	nr. 5(95%)	per V	nr. 25(97%)	per V	Hz
1	M1	plavuizen op betonvloer hal t.p.v fundering	Z	Sundstrand 1		2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-1	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	1000	0,002	100
2	M1	plavuizen op betonvloer hal t.p.v fundering	Y	Sundstrand 2		2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-2	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	1000	0,002	100
3	M1	plavuizen op betonvloer hal t.p.v fundering	X	Sundstrand 3		2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-3	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	1000	0,002	100
4	M2	plavuizen op betonvloer woonkamer t.p.v. zitbank	Z	Sundstrand 4		2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-4	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	1000	0,002	100
5	M2	plavuizen op betonvloer woonkamer t.p.v. zitbank	Y	Sundstrand 5		2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-5	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	1000	0,002	100
6	M2	plavuizen op betonvloer woonkamer t.p.v. zitbank	X	Sundstrand 6		2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-6	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	1000	0,002	100
7	M3	tapijt op houten vloer, hal-kledingkast bovenverdieping	Z	Sundstrand 7		1x3D-3Dkabel	umb 80m		Venne 2-1	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	200	0,01	200	0,01	100
8	M3	tapijt op houten vloer, hal-kledingkast bovenverdieping	Y	Sundstrand 8		1x3D-3Dkabel	umb 80m		Venne 2-2	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	500	0,004	100
9	M3	tapijt op houten vloer, hal-kledingkast bovenverdieping	X	Sundstrand 9		1x3D-3Dkabel	umb 80m		Venne 2-3	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	500	0,004	100
10	M4	achtertuin	Z	Sundstrand 10		2x3D-3Dkabel	umb 80m		Venne 2-4	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	500	0,004	100
11	M4	achtertuin	Y	Sundstrand 11		2x3D-3Dkabel	umb 80m		Venne 2-5	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	500	0,004	100
12	M4	achtertuin	X	Sundstrand 12		2x3D-3Dkabel	umb 80m		Venne 2-6	20	1	9,81	20	500	0,004	500	0,004	500	0,004	500	0,004	100
13	M5	50m vanaf spoor(evenwijdig aan spoor)	Z	Sundstrand 13		1x3D	3D kabel 80m		Venne 3-1	20	1	9,81	20	100	0,02	200	0,01	200	0,01	200	0,01	100
14	M5	50m vanaf spoor(evenwijdig aan spoor)	Y	Sundstrand 14		1x3D	3D kabel 80m		Venne 3-2	20	1	9,81	20	100	0,02	200	0,01	200	0,01	200	0,01	100
15	M5	50m vanaf spoor(evenwijdig aan spoor)	X	Sundstrand 15		1x3D	3D kabel 80m		Venne 3-3	20	1	9,81	20	100	0,02	200	0,01	200	0,01	200	0,01	100
16	trigger	niet gebruikt																				
17		niet gebruikt																				
18		niet gebruikt																				
19		niet gebruikt																				
20		niet gebruikt																				

Z= Vertikaal — kijkhoek van de radar van file 1 t/m 8: 20 graden
Y = Loodrecht op spoor — kijkhoek van de radar van file 9 t/m 58: 45 graden

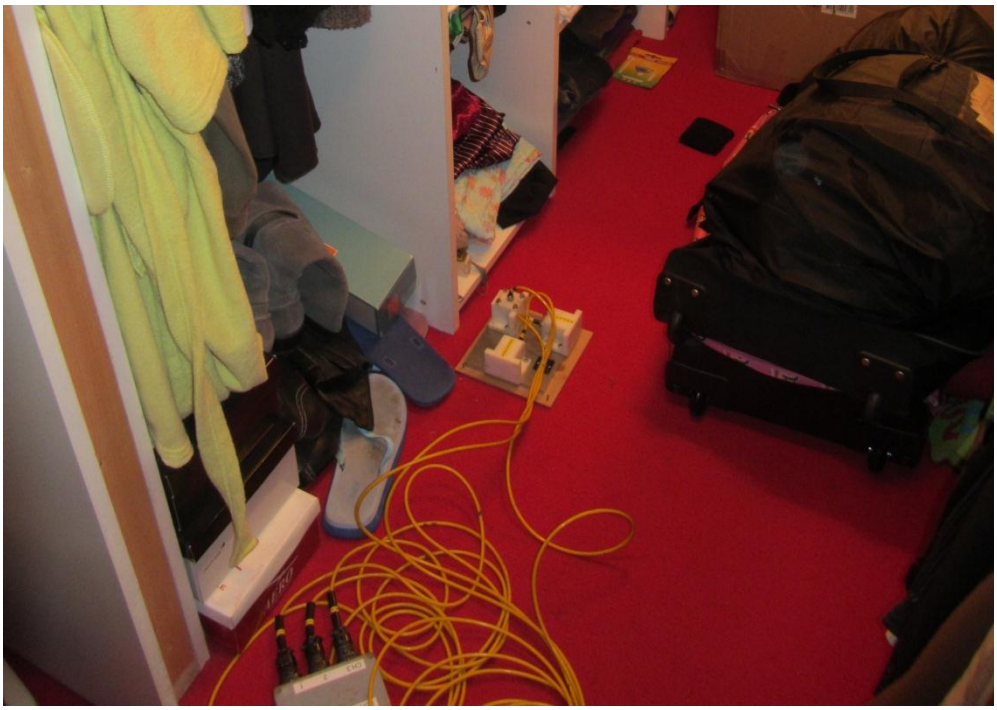
X = Evenwijdig spoor — Z= Vertikaal
Y = Loodrecht woning, richting spoor
X = Evenwijdig woning

Foto's beïnstrumentatie:

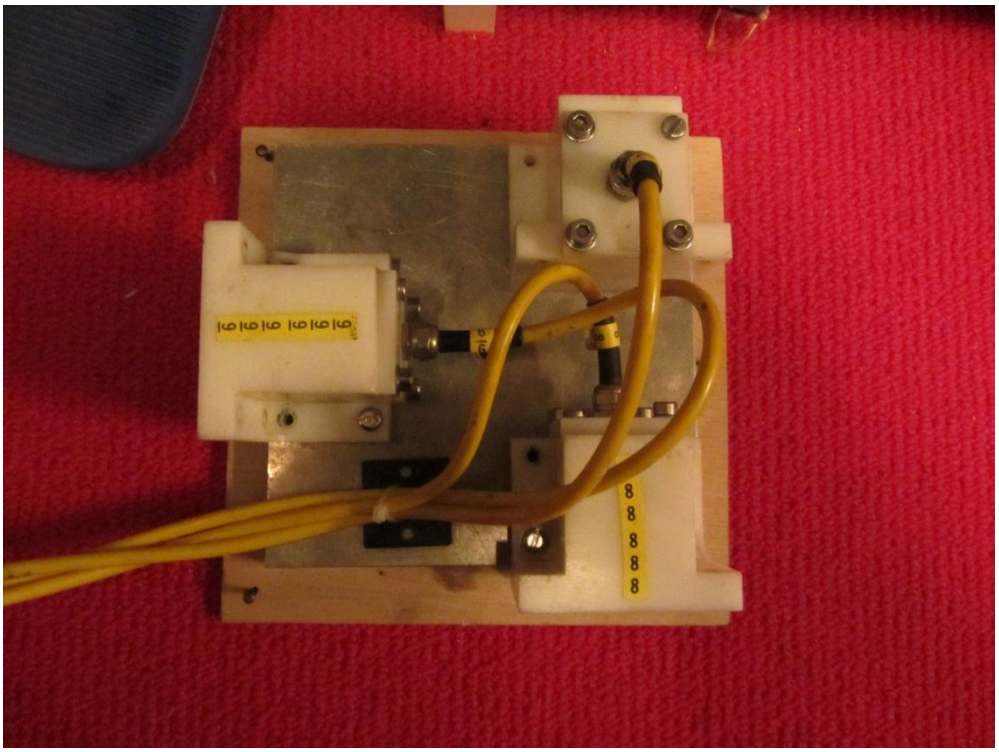


Figuur 27 Foto versnellingsopnemers meetpunt fundering Nieuwe – Wetering

Figuur 28 Foto versnellingsopnemers meetpunt begane grond Nieuwe – Wetering



Figuur 29 Foto versnellingsopnemers meetpunt 1e verdieping Nieuwe – Wetering



Figuur 30 Foto versnellingsopnemers meetpunt 1e verdieping Nieuwe – Wetering

Figuur 31 Foto versnellingsopnemers meetpunt maaiveld 50m vanaf spoor

Figuur 32 Foto versnellingsopnemers meetpunt maaiveld 50m vanaf spoor

Figuur 33 Foto radar gebruikt voor snelheidsmeting in Nieuwe - Wetering

A.2 Meetboek Hoogmade

Instellingen meetapparatuur meetpunten woning:

					DATAQ											
	Meetboek	HSL meting Hoogmade (Graaf Willem II laan 79)			Samplefreq	500	Hz		Kalibratie gegevens							
	Project				Meetlengte	continue	10 min file	Venne	19,62	m/s2						
	Datum	24-10-2010			Aantal Kanalen	12										
	Meet technici	Joep Paulissen/ Fred Middeldorp/ Charles v. Holsteijn			Filter freq	100	Hz									
					Kabels						Instelling			EU	Filter	
Ch. No.	meetpunt	Meetlokatie	meetrichting	Opnemer No.	1	2	3	Conditioner	Range	Gain	V output	Range	Gain	per V	Hz	
1	M1	plavuizen op betonvloer t.p.v fundering	Z	Sundstrand 1	2x3D (1)			Venne 1-1	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
2	M1	plavuizen op betonvloer t.p.v fundering	Y	Sundstrand 2	2x3D (1)			Venne 1-2	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
3	M1	plavuizen op betonvloer t.p.v fundering	X	Sundstrand 3	2x3D (1)			Venne 1-3	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
4	M2	plavuizen op betonvloer woonkamer	Z	Sundstrand 4	2x3D (1)			Venne 1-4	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
5	M2	plavuizen op betonvloer woonkamer	Y	Sundstrand 5	2x3D (1)			Venne 1-5	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
6	M2	plavuizen op betonvloer woonkamer	X	Sundstrand 6	2x3D (1)			Venne 1-6	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
7	M3	laminaat bovenverdieping	Z	Sundstrand 7	3Dkabel	umb 80m		Venne 2-1	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
8	M3	laminaat bovenverdieping	Y	Sundstrand 8	3Dkabel	umb 80m		Venne 2-2	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
9	M3	laminaat bovenverdieping	X	Sundstrand 9	3Dkabel	umb 80m		Venne 2-3	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
10	M4	achtertuin	Z	Sundstrand 10	3Dkabel	umb 80m		Venne 2-4	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
11	M4	achtertuin	Y	Sundstrand 11	3Dkabel	umb 80m		Venne 2-5	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	
12	M4	achtertuin	X	Sundstrand 12	3Dkabel	umb 80m		Venne 2-6	20	1	9,81	20	1000	0,002	100	

Z= Vertikaal
Y = Loodrecht op spoor

X = Evenwijdig spoor — Z= Vertikaal
Y = Loodrecht woning, richting spoor
X = Evenwijdig woning

Instellingen meetapparatuur meetpunten bij spoor:

					DATAQ												
	Meetboek	HSL meting Hoogmade bij spoor			Samplefreq 1000Hz/channel		Kalibratie gegevens										
	Project				Meetlengte: 600 sec.	Venne	19,62	m/s2									
	Datum	30-10-2010			Aantal Kanalen: 8												
	Meet technici	Joep Paulissen/Erik slis/ Charles v. Holsteijn			Filter freq: 100Hz												
													vanaf		vanaf		
					Kabels				Instelling			EU	WDQ9,72%	EU	WDQ21, 50%	EU	Filter
Ch. No.	meetpunt	Meetlokatie	meetrichting	Opnemer No.	1	Conditioner	Range	Gain	V outpu	Range	Gain	per V	Gain	per V	Gain	per V	Hz
1	M1	50m vanafspoor, evenwijdig en haaks op woning	Z	Sundstrand 13	Umb kabel 80m	Venne 3-1	20	1	9,81	20	200	0,01	200	0,01	200	0,01	100
2	M1	50m vanafspoor, evenwijdig en haaks op woning	Y	Sundstrand 14	Umb kabel 80m	Venne 3-2	20	1	9,81	20	200	0,01	200	0,01	200	0,01	100
3	M1	50m vanafspoor, evenwijdig en haaks op woning	X	Sundstrand 15	Umb kabel 80m	Venne 3-3	20	1	9,81	20	200	0,01	200	0,01	200	0,01	100
4	raai	50m vanafspoor, evenwijdig 2m van 3D punt(ri Amsterd	Z	16	Umb kabel 80m	Venne 3-4	20	1	9,81	20		#DIV/0!		####	200	0,01	100
5	raai	50m vanafspoor, evenwijdig 4m van 3D punt(ri Amsterd	Z	17	Umb kabel 80m	Venne 3-5	20	1	9,81	20		#DIV/0!		####	200	0,01	100
6	raai	50m vanafspoor, evenwijdig 6m van 3D punt(ri Amsterd	Z	18	Umb kabel 80m	Venne 3-6	20	1	9,81	20		#DIV/0!		####	200	0,01	100
7	Radar (4)	Richting Amsterdam_Rotterdam	kijkhoek vert	4	50m	Radar cond.											
8	trigger								9								

Tijdens de metingen heeft zowel de radar van "Geluid" en TNO TS niet gewerkt

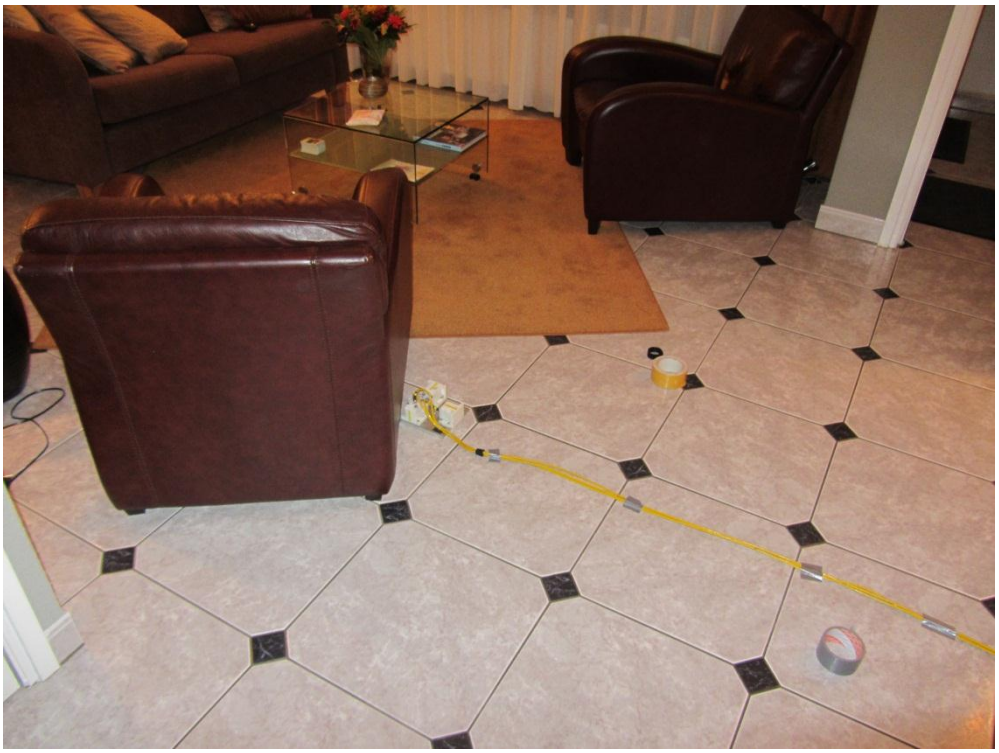
Tijdens file WDQ31, op 87% werd de snelheidsmeting met microfoons actief. Snelheden gemeten daarvoor zijn schattingen
Tijdens meting WDQ 9, 72% zijn kanalen 7+8 toegevoegd aan de set up(delay t.o.v. meting graafwillemll is ongeveer 3 minuten)
Tijdens meting WDQ33 heeft opnemer 1 niet gewerkt

Z= Vertikaal
Y = Loodrecht op spoor
X = Evenwijdig spoor

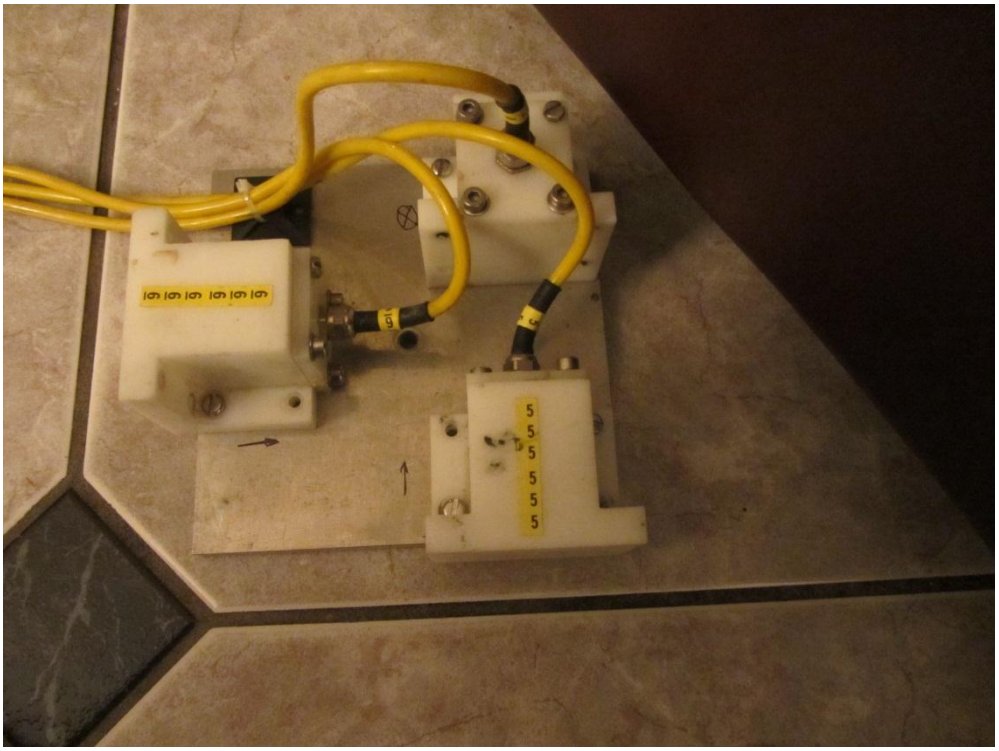
Foto's beinstrumentatie:

Figuur 34 Foto versnellingsopnemers meetpunt fundering Hoogmade

Figuur 35 Foto versnellingsopnemers meetpunt fundering Hoogmade

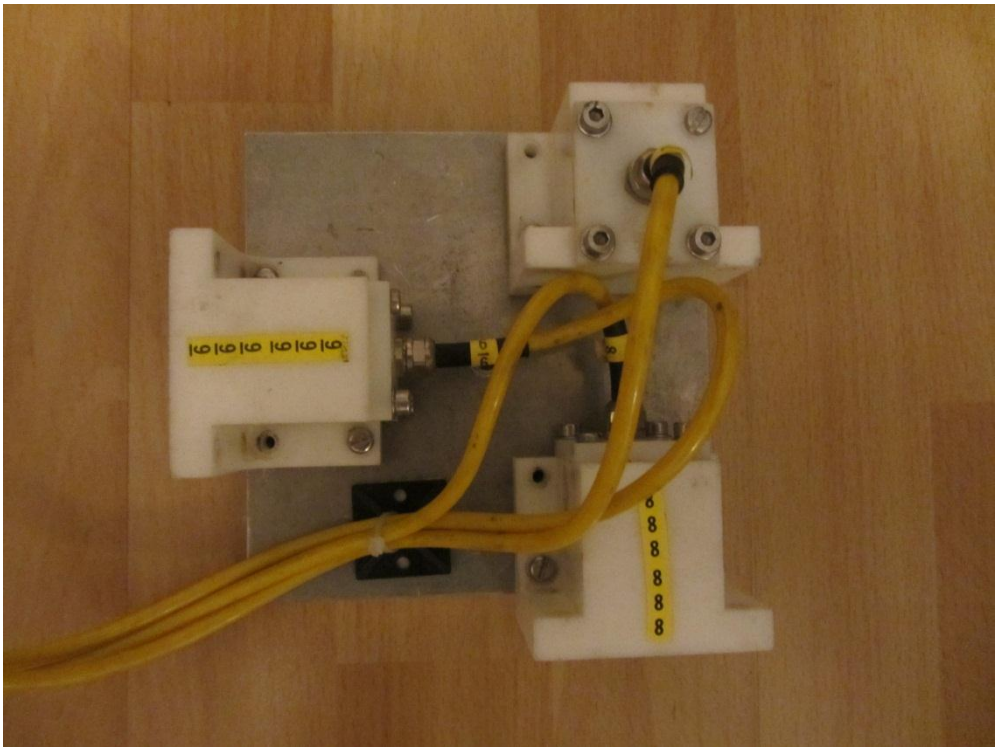


Figuur 36 Foto versnellingsopnemers meetpunt begane grond Hoogmade



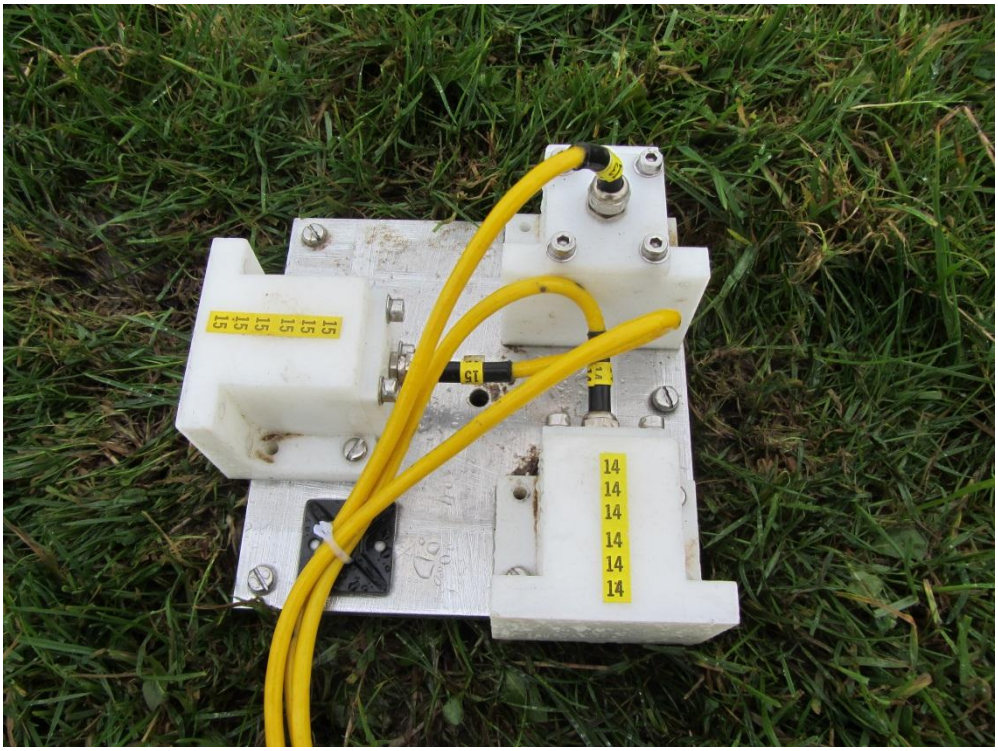
Figuur 37 Foto versnellingsopnemers meetpunt begane grond Hoogmade

Figuur 38 Foto versnellingsopnemers meetpunt 1e verdieping Hoogmade



Figuur 39 Foto versnellingsopnemers meetpunt 1e verdieping Hoogmade

Figuur 40 Foto versnellingsopnemers meetpunt maaiveld 50m vanaf spoor



Figuur 41 Foto versnellingsopnemers meetpunt maaiveld 50m vanaf spoor

Figuur 42 Foto microfoon 1 voor snelheidsmeting in Hoogmade

Figuur 43 Foto microfoon 2 voor snelheidsmeting in Hoogmade

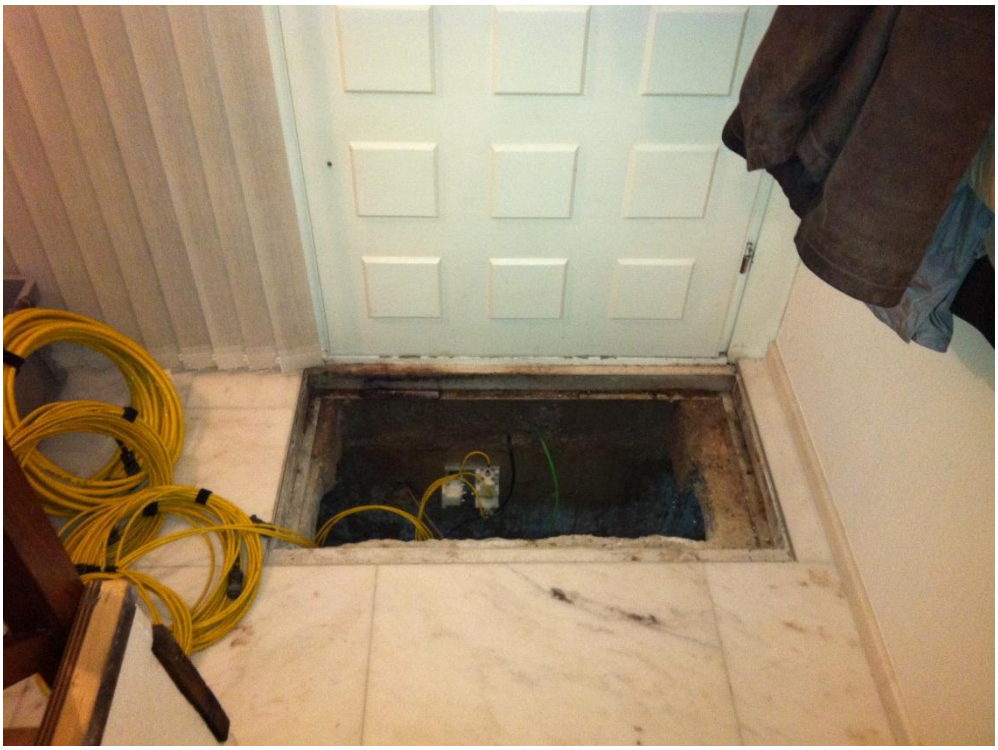
A.3 Meetboek Berkel en Rodenrijs

Instellingen meetapparatuur:

					DATAQ										
	Meetboek	HSL meting Berkel en Rodenrijs			Samplefreq	500	Hz		Kalibratie gegevens						
	Project				Meetlengte	30	sec	Venne	19,62	m/s2					
	Datum	23-11-2012			Aantal Kanalen	18		Radar	1hz=6.22	mm/s					
	Meet technici	Joep Paulissen/ Erik Slis/ Charles v. Holsteijn			Filter freq	100	Hz								
					Kabels						Instelling			EU	Filter
Ch. No.	meetpunt	Meetlokatie	meetrichting	Opnemer No.	1	2	3	Conditioner	Range	Gain	V output	Range	Gain	per V	Hz
1	M1	Fundering kruipruimte t.p.v. kruipluik voorzijde wonin	Z	Sundstrand 1	2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-1	20	1	9,81	20	1000	0,002	100
2	M1	Fundering kruipruimte t.p.v. kruipluik voorzijde wonin	Y_tegenfase	Sundstrand 2	2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-2	20	1	9,81	20	1000	0,002	100
3	M1	Fundering kruipruimte t.p.v. kruipluik voorzijde wonin	X	Sundstrand 3	2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-3	20	1	9,81	20	1000	0,002	100
4	M2	vloerveld benedenverdieping	Z	Sundstrand 4	2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-4	20	1	9,81	20	1000	0,002	100
5	M2	vloerveld benedenverdieping	Y	Sundstrand 5	2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-5	20	1	9,81	20	1000	0,002	100
6	M2	vloerveld benedenverdieping	X	Sundstrand 6	2x3D (1)	umb 80m 1	umb 80m 2	Venne 1-6	20	1	9,81	20	1000	0,002	100
7	M3	vloerveld slaapkamer bovenverdieping	Z	Sundstrand 7	1x3D-3Dkabel	umb 80m 3		Venne 2-1	20	1	9,81	20	500	0,004	100
8	M3	vloerveld slaapkamer bovenverdieping	Y	Sundstrand 8	1x3D-3Dkabel	umb 80m 4		Venne 2-2	20	1	9,81	20	500	0,004	100
9	M3	vloerveld slaapkamer bovenverdieping	X	Sundstrand 9	1x3D-3Dkabel	umb 80m 5		Venne 2-3	20	1	9,81	20	500	0,004	100
10	M4	plantsoen naast rij woningen	Z	Sundstrand 10	2x3D-3Dkabel	umb 80m 6		Venne 2-4	20	1	9,81	20	500	0,004	100
11	M4	plantsoen naast rij woningen	Y	Sundstrand 11	2x3D-3Dkabel	umb 80m 7		Venne 2-5	20	1	9,81	20	500	0,004	100
12	M4	plantsoen naast rij woningen	X	Sundstrand 12	2x3D-3Dkabel	umb 80m 8		Venne 2-6	20	1	9,81	20	500	0,004	100
13	M5	50m vanafspoor, evenwijdig en haaks op spoor	Z	Sundstrand 13	1x3D	3D kabel 80m		Venne 3-1	20	1	9,81	20	200	0,01	100
14	M5	50m vanafspoor, evenwijdig en haaks op spoor	Y	Sundstrand 14	1x3D	3D kabel 80m		Venne 3-2	20	1	9,81	20	200	0,01	100
15	M5	50m vanafspoor, evenwijdig en haaks op spoor	X	Sundstrand 15	1x3D	3D kabel 80m		Venne 3-3	20	1	9,81	20	200	0,01	100
16	trigger										9				
17	Radar (4)	Richting Amsterdam	evenw. Spoor	4	50m	70m		FV0-Dew.	20 kHz	0-450km/h	-5 tot+5Volt				
18	Radar (1)	Richting Rotterdam	evenw. Spoor	1	50m	70m		FV1-Dew.	20 kHz	0-450km/h	-5 tot+5Volt				
			!!!!!!!!!!!!!	Kijkhoek van de Radar = 4 graden											

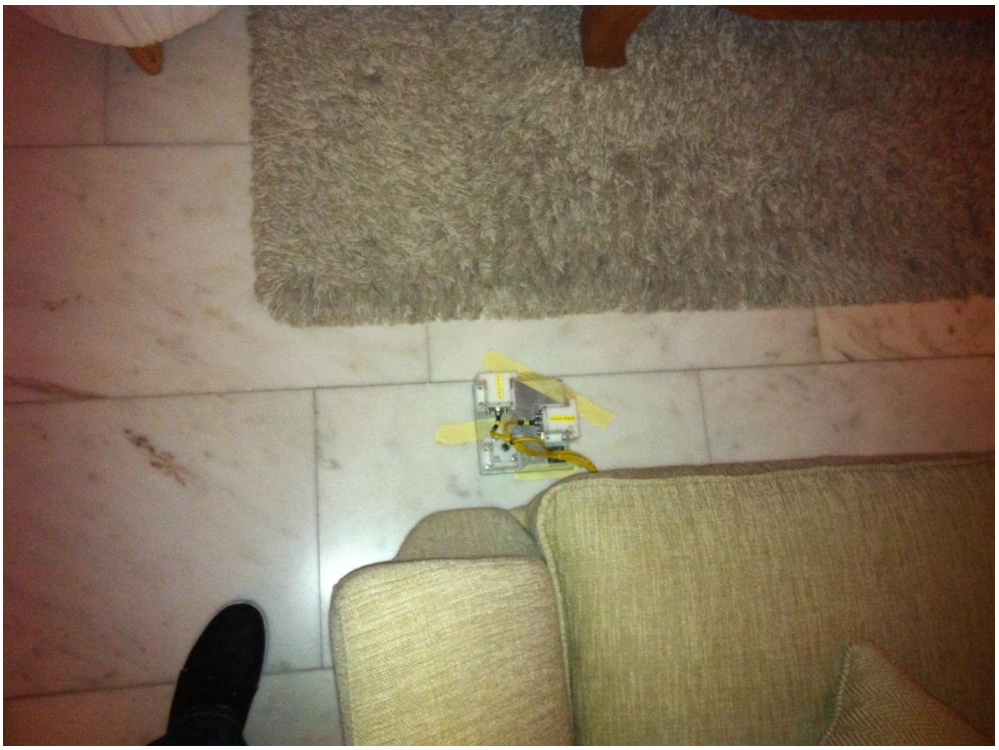
Z= Vertikaal
Y = Loodrecht woning, richting spoor
X = Evenwijdig woning

Foto's beïnstrumentatie:

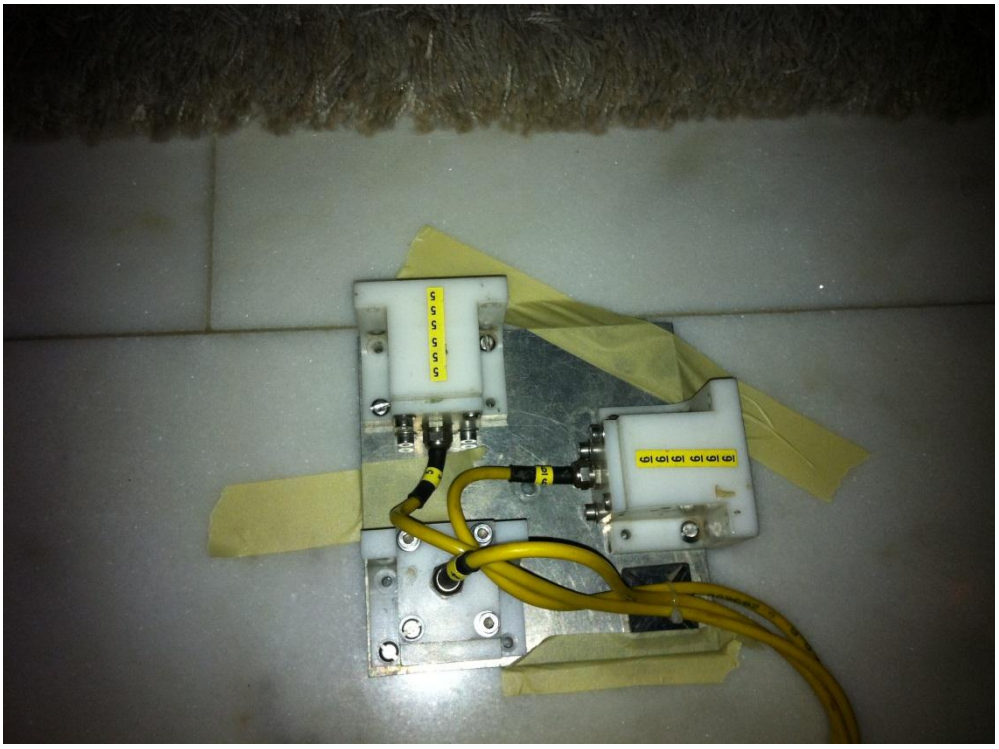


Figuur 44 Foto versnellingsopnemers meetpunt fundering Berkel en Rodenrijs

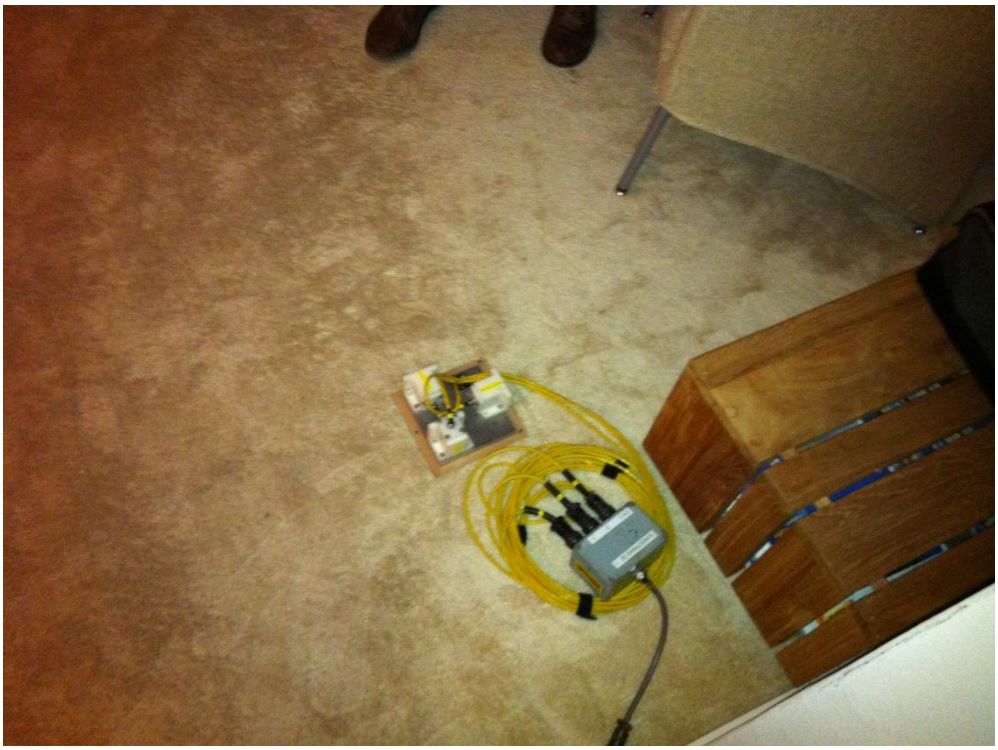
Figuur 45 Foto versnellingsopnemers meetpunt fundering Berkel en Rodenrijs



Figuur 46 Foto versnellingsopnemers meetpunt begane grond Berkel en Rodenrijs



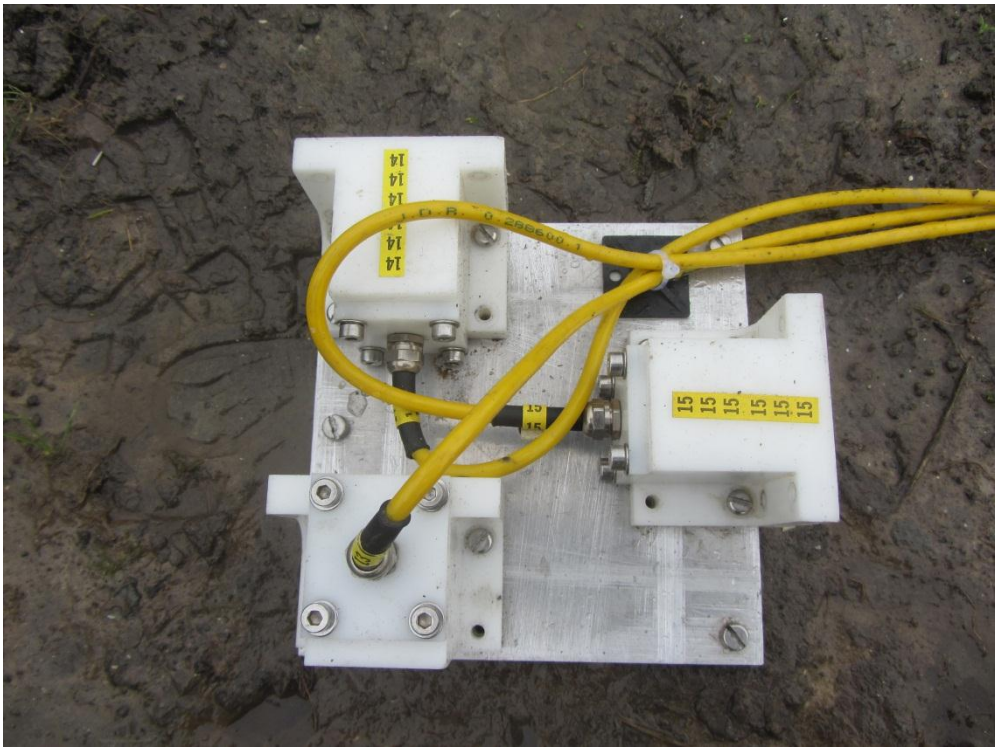
Figuur 47 Foto versnellingsopnemers meetpunt begane grond Berkel en Rodenrijs



Figuur 48 Foto versnellingsopnemers meetpunt 1e verdieping Berkel en Rodenrijs

Figuur 49 Foto versnellingsopnemers meetpunt 1e verdieping Berkel en Rodenrijs

Figuur 50 Foto versnellingsopnemers meetpunt maaiveld 50m uit spoor in Berkel en Rodenrijs



Figuur 51 Foto versnellingsopnemers meetpunt maaiveld 50m uit spoor in Berkel en Rodenrijs

Figuur 52 Foto radars gebruikt voor snelheidsmeting in Berkel en Rodenrijs

B Grootste waarde trillingssnelheid per passage

B.1 Grootste waarde trillingssnelheden Nieuwe – Wetering

Overzicht passages > 200 km/uur (Nieuwe - Wetering)							Grootste effectievie waarde van de trillingsnelheid per passage boven de 200 km/uur (Nieuwe - Wetering)											
							Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch13	Ch14	Ch15
Trein	Tijd	Type	Richting	Snelheid	Data	Verstoringen	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
				[km/u]	file	trilsignaal	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
1	6:40	V250	Rdam	213	4	Geen	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,08	0,10	0,10
2	6:43	Thalys	Rdam	245	4	Geen	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,06	0,03	0,02	0,09	0,08	0,09
3	7:22	V250	Adam	>200*	8	Geen	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,08	0,09	0,11
4	7:43	V250	Rdam	226	10	Woning	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,26	0,05	0,03	0,09	0,10	0,10
5	8:01	V250	Rdam	219	12	Woning (licht)	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,08	0,10	0,11
7	8:40	Thalys	Rdam	240*	16	Geen	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,07	0,07	0,08
9	9:05	V250	Rdam	213	19	Geen	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,09	0,09	0,10
4	9:17	Thalys	Adam	>200*	20	Geen	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,10	0,12	0,10
11	9:35	V250	Rdam	222	22	Woning (licht)	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,08	0,09	0,09
12	9:39	Thalys	Rdam	255	22	Geen	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,08	0,08	0,10
13	10:04	V250	Rdam	222	25	Woning (licht)	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,09	0,09	0,10
14	10:19	Thalys	Adam	>250*	26	Geen	0,01	0,01	0,05	0,02	0,02	0,03	0,08	0,03	0,04	0,09	0,12	0,10
17	11:17	Thalys	Adam	283	32	Geen	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,09	0,02	0,03	0,07	0,09	0,09
18	11:36	V250	Rdam	213	34	Geen	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,02	0,07	0,09	0,10
19	11:40	Thalys	Rdam	248	34	Geen	0,01	0,03	0,03	0,01	0,03	0,02	0,07	0,03	0,02	0,09	0,10	0,09
20	12:04	V250	Rdam	219	37	Geen	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,08	0,10	0,11
24	13:33	V250	Rdam	220	45	Geen	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,09	0,10	0,10
25	13:40	Thalys	Rdam	243	46	Geen	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,05	0,02	0,02	0,07	0,08	0,10
27	15:17	Thalys	Adam	>250*	56	Geen	0,01	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,10	0,03	0,04	0,11	0,12	0,12
29	15:40	Thalys	Rdam	265	58	Geen	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,10	0,12	0,10

* snelheid ingeschat

signaal verstoord door activiteit in woning

B.2 Grootste waarde trillingssnelheden Hoogmade

Overzicht passages > 200 km/uur (Hoogmade)							Grootste effectievie waarde van de trillingsnelheid per passage boven de 200 km/uur (Hoogmade)											
							Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch1	Ch2	Ch3
Trein	Tijd	Type	Richting	Snelheid	Data	Verstoringen	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
				[km/u]	file	trilsignaal	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
1	6:37	V250	Rdam	>200*	7	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,04	0,11
2	6:40	Thalys	Rdam	>200*	7	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,08	0,05	0,09
3	7:20	V250	Adam	>200*	11	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,05	0,08
7	8:40	Thalys	Rdam	>200*	19	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,06	0,09
9	9:17	Thalys	Adam	>200*	22	Woning (licht)	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05
10	9:35	V250	Rdam	>200*	24	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,04	0,10
11	9:41	Thalys	Rdam	>200*	25	Woning (licht)	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,08	0,05	0,08
12	10:06	V250	Rdam	>200*	27	Woning (licht)	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,04	0,08
13	10:18	Thalys	Adam	>250*	29	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,07
15	10:47	V250	Adam	240	31	Woning (licht)	0,01	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	0,06	0,08
16	11:17	Thalys	Adam	305	34	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07
17	11:39	V250	Rdam	230	37	Woning	0,01	0,02	0,01	0,09*	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,08	0,05
18	11:43	Thalys	Rdam	210	37	Woning (licht)	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,05	0,03
19	12:06	V250	Rdam	248	40	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,04
20	12:21	V250	Adam	232	41	Woning (licht)	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,06	0,07
21	12:47	V250	Adam	242	43	Geen (na inkorten)	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,06	0,08
22	13:16	Thays	Adam	296	46	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,07
23	13:35	V250	Rdam	225	48	Geen	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,05	0,06	0,04
24	13:41	Thalys	Rdam	302	49	Geen	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,07	0,07	0,06
26	15:16	Thalys	Adam	298	58	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07
27	15:36	V250	Rdam	250	60	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,04	0,09
28	15:41	Thalys	Rdam	296	61	Geen (na inkorten)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,06	0,07

* snelheid ingeschat
* significant verstoord

B.3 Grootste waarde trillingssnelheden Berkel en Rodenrijs

Overzicht passages > 200 km/uur (Berkel en Rodenrijs)							Grootste effectievie waarde van de trillingsnelheid per passage boven de 200 km/uur (Berkel en Rodenrijs)											
							Ch01	Ch02	Ch03	Ch04	Ch05	Ch06	Ch07	Ch08	Ch09	Ch13	Ch14	Ch15
Trein	Tijd	Type	Richting	Snelheid	Data	Verstoringen	FND	FND	FND	BG	BG	BG	VERD	VERD	VERD	MV	MV	MV
				[km/u]	file	trilsignaal	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X	Z	Y	X
1	6:44	V250	Rdam	250	3	Ch01-06 ontbreken	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,09	0,10	0,06
2	6:48	Thalys	Rdam	200	4	Ch01-06 ontbreken	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,06
4	7:41	V250	Rdam	244	10	Ch01-06 ontbreken	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,10	0,08	0,05
6	8:57	Thalys	Rdam	235	17	Woning	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,08	0,07	0,08
7	9:19	V250	Rdam	248	20	Woning (licht)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,09	0,11	0,06
9	9:45	V250	Rdam	240	25	Woning	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,09	0,10	0,08	0,10	0,08	0,06
10	9:49	Thalys	Rdam	250	26	Woning	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,08	0,07	0,08
12	11:12	Thalys	Adam	222	33	Woning (ingekort)	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	0,06
13	11:41	V250	Rdam	220	35	Woning & maaiveld	0,09	0,03	0,02	0,08	0,02	0,03	0,07	0,03	0,06	0,09	0,08	0,14
14	11:46	Thalys	Rdam	222	36	Woning(ingekort)	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,07	0,06	0,07
16	13:04	Thalys	Adam	205	43	Woning (licht)	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,06	0,07
17	13:12	V250	Rdam	249	45	Woning	0,05	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,08	0,11	0,06
18	13:30	Thalys	Adam	223	47	Woning	0,06	0,02	0,02	0,13	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,06	0,06
19	13:41	V250	Adam	211	50	Woning	0,04	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,08	0,08	0,14
20	13:41	V250	Rdam	215	50	Woning	0,04	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,08	0,08	0,14
21	13:45	Thalys	Rdam	220	51	Woning	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,06	0,07
23	14:52	Thalys	Rdam	225	57	Woning	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,07	0,07	0,08
24	15:11	Thalys	Adam	243	60	Woning	0,04	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,04	0,07	0,06

kanalen 1t/m6 niet opgenomen

Gelijktijdige V250 passage